

The Department of Public Instruction, Bombay.

SCIENCE PRIMERS

IN
GUJARATI.

PHYSICAL GEOGRAPHY

BY
PROFESSOR A. GEIKIE

TRANSLATED INTO GUJARATI.

BY
RAO SAHEB MAHIPATRAM R. NILKANTH,
GUJARATI TRANSLATOR, EDUCATIONAL DEPARTMENT.

Second Edition,

5,000 Copies.

*Registered for Copy-right under Government of India's
Act XXV of 1867.*

Bombay :
GOVERNMENT CENTRAL BOOK DEPÔT.

1883.

[All rights reserved.]

Price five Annas.

२०१४

BOMBAY :
PRINTED AT THE "NIRNAYA-SAGAR" PRESS.

મુંબઈ ઇલાકાનું સરકારી કેળવણી ખાતું.

વિદ્યાપ્રવેશગ્રંથાવલિ.



ગ્રંથ ૧.

ભૂતળ વિદ્યા.

પ્રોફેસર ગીકીકૃત ઇંગ્રેજી પુસ્તકપરથી,

ગૂજરાતીમાં ભાષાંતર કરનાર

રાવસાહેબ મહીપતરામ રૂપરામ નીલકંઠ,

ગૂજરાતી ટ્રાન્સલેટર, એજ્યુકેશનલ ડીપાર્ટમેન્ટ.

ખીજી આવૃત્તિ.

૫,૦૦૦ પ્રત.

સને ૧૮૬૭ ના ૨૫ મા આક્ટ અુજબ આ પ્રતક નોંધાયું છે.



મુ'બઈ.

ગવર્નમેન્ટ સેન્ટ્રલ બુક ડીપો.

સને ૧૮૮૩.

આ પુસ્તકસંબંધી સર્વે અધિકાર સરકારે સ્વાધીન રાખ્યા છે.

કીમત પાંચ આના.

૨૦૧૫

મુંબઈ.

“નિર્ણયસાગર” છાપખાનામાં છાપ્યું.

અનુક્રમણિકા.

	કલમ.	પૃષ્ઠ.
ઉપોદ્ધાત.....	૧- ૧૬	૧
પૃથ્વીની આકૃતિ.....	૧૭- ૨૬	૮
રાત્રિ દિવસ.....	૨૭- ૩૮	૧૨
વાયુ:—		
૧. વાયુ શાનો બન્યો છે ?.....	૩૯- ૪૪	૧૫
૨. વાયુની ઉભયતા અને શીતળતા.....	૪૫- ૬૦	૧૭
૩. વા ગરમ થાય છે અથવા ઠાઠો પડે છે ત્યારે શું બને છે—પવન કે વાયરો...	૬૧- ૬૯	૨૨
૪. વામાંની વરાળ—બાષ્પબલન અને સં- ક્રાચન, એટલે વરાળનું થતું અને સં- ક્રાચાવું	૭૦- ૮૧	૨૬
૫. ઝાકળ, ધૂમસ, અને વાદળાં.	૮૨- ૮૯.	૩૦
૬. વરસાદ અને ખરફ ક્યાંથી આવે છે. સારાંશ.....	૯૦- ૯૭	૩૩
	૯૮	૩૬
જમીન પર પાણીનું બમાણ:—		
૧. વરસાદનું શું થાય છે ?.....	૯૯-૧૦૭	૩૭
૨. ઝરણ કે ઝરા શી રીતે બને છે ?.....	૧૦૮-૧૧૬	૪૦
૩. જમીનની નીચે પાણીની કૃતિ.	૧૧૭-૧૨૫	૪૪
૪. પૃથ્વીના પૃષ્ઠનો ક્ષય શી રીતે થાય છે ?	૧૨૬-૧૪૨	૪૮
૫. પર્વતોના ખરી પડેલા ભાગોનું શું થા- ય છે ? ખેતરની જમીન શી રીતે બને છે ?	૧૪૩-૧૫૩	૫૫
૬. નદીનાળાં—તેમની ઉત્પત્તિ કે મૃજા....	૧૫૪-૧૬૮	૫૯
સારાંશ.....	૧૬૯	૬૪

	કલમ.	પૃષ્ઠ.
૭. નદીનાળાં-તેમની કૃતિ.	૧૭૦-૧૮૨	૬૫
૮. હિમસેત્ર અને ખરકનો મોટો પટ કે ગ્લેશિયર.	૧૮૩-૨૦૩	૭૧
સાગર:—		
૧. સાગર અને જુમિનો સમુદાય.....	૨૦૪-૨૧૧	૮૨
૨. સાગરનું પાણી શા માટે ખાંડે છે? ...	૨૧૨-૨૧૬	૮૫
૩. સાગરની ગતિઓ.....	૨૧૭-૨૩૨	૮૬
૪. સાગરનું તળિયું:	૨૩૩-૨૫૧	૯૨
પૃથ્વીની અંદરની પાળુ.....	૨૫૨-૨૬૫	૯૮
સમાપ્તિ.....	૨૬૬-૨૬૮	૧૦૫



વિદ્યાનાં મૂળતત્ત્વો.

ભૂતળ વિદ્યા.

ઉપોદ્ધાત.

૧. ધારો કે વસંત ઋતુ છે, તમે ગામડામાં છો, અને ગામથી એક ગાઉપર નદી છે તેને કાંઠે આવતી કાલે ગામના લોક ઉજાણી જવાના છે. ગામનાં છોકરાં અનેક પ્રકારની રમતો નદી તીરે રમવાના મનમુખા કરેછે; જોડે લઈ જવાને ગામનાં બેરોમાંના કોઈ સાંજરે લાકડું કરેછે, કોઈ પૂરીઓ કરેછે, કોઈ શીરો કરેછે, કારેલાં, ભીંડા વગેરે શાક તળેછે. બજારમાં કરેછે. કોઈ કાંઠે રાંધવાનું સીધું તૈયાર કરેછે; ગામના ભાયડા પોતપોતાના બળદોને લાગેલાં છાણુ ધોઈ સાફ કરેછે, શિંગડે તેલ લગાડેછે, ને ગાડી ગાડાં તૈયાર કરેછે. એમ તૈયારી કરી ગરે હરખમાં સૂતા. મોટે પરોઢીએ ઊઠી ભાયડા ગાડીએ જોડેછે, ખાયડીએ સજ થાયછે, ને છોકરાં આનંદમાં દોડાદોડ કરેછે, તેવામાં વરસાદ થવાનાં ચિન્હો જણાયો. • અધરાતથી વાદળોં થવા માંડ્યાં હતાં તે વધી સવારે છાંટા થવા લાગ્યા. માવડું છે તે દહાડો ચઢતાં થોડીવારે બંધ પડશે એમ ધારી સર્વે નીકળવાને તત્પર થઈ બેઠાં. પણ વરસાદનાં ફેરાં વધ્યાં. સૂરજ ઊગ્યો પણ તડકો પડ્યો નહિ; મેઘાડખર ખૂબ ચઢ્યો, વાદળોંમાં ભારે ગર્જના થવા લાગી. ને મૂસળધારે વરસાદ વરસ્યો. ઉજાણી જવાને તૈયાર થઈ બેઠેલા લોક અકળાયા; ખપોર થયા પણ વરસાદ નરમ પડ્યો નહિ. ગામમાં અને આસપાસ મોટા વહેળા વેગથી વહેવા લાગ્ય

નિરાશ થઈ ગાંસડા પોટલાં છોડી લોક ખિચારા ઘેર જાય્યા. જો મઝા ભોગવવાની સર્વે ધારી હતી તે મનમાં રહી.

૨. ધારેલી મોજમઝા ભોગવવાની તૈયારીમાં હતા તેવામાં એ રીતે તમે નાઉમેદ થયા એ ખેશક ખેદકારક છે. પરંતુ આ માવઠાનો કંઈ ખદલો મળી શકે છે કે નહિ તે જોઈએ. પાછલે પહોરે વાદળાં વેરાવા લાગી વરસાદ બંધ પડે છે. તમે ખહાર જવાને ખુશી છો, માટે આપણે સર્વે ફરવા નીકળી પડીએ. રસ્તામાં કીચડવાળા પાણીનું વહેણ હજી ચાલુ જાય છે. પાણી ન નડે તેવે માર્ગે હું તમને તેડી જાઉં. એ વાટે નદીએ જઈશું. રસ્તા હજી ભીના છે. આ સાંકડી નેળ જીંચાણમાં છે તેની બેઠ ખાજૂએ ઝાડોપરથી પાણી ટપકે છે. આવો, આ ટેકરે ચઢીએ. એપરથી નીચે નદી દેખાય છે; તણ પહોળા ભારે વરસાદથી કેટલો ખંધો ફરફાર થયો છે! ગઈ કાલે નદીમાં પાણી એટલું તો થોડું અને નિર્મળ હતું કે તે માંહેલા પથરા તમે જોઈ શકતા. પરંતુ આજે જૂઓ. બેઠ કરાડા ભરપૂર છે, અને મેલું પાણી ઉતાવળું વહું જાય છે. વહેણ અગાડી ચાલુ જાય છે. ને તેમાં અસંખ્ય પાંદડાં અને ડાળીઓ સપાટી ઉપર તરતાં દેખાય છે. કાંઈ કાંઈ મોટી ડાળીઓ કે આખાં થડ પૂરમાં તણાતાં આવે છે. લાકડાં, ઘાસ, પાટીઆં, વળીઓ, વગેરે તણાયાં જાય છે. નદીનું પાણી કાંઠાપર વહી આસપાસનાં ખેતરોને અને ગામોને કેટલું નુકસાન પહોંચ્યું છે તે દર્શાવે છે.

૩. પાણીનો મરત ધસારો અને તેમાં ધસડાઈ જતી અનેક વસ્તુઓ નિહાળતા આપણે થોડીવાર અહીં ઊભા રહીશું. હવે કદાચ તમે એમ ધારશો કે આ મેલાં પાણીનું મોટું પૂર ઊછળતું ને ધોધો કરતું વેગથી વહું જાય છે તે મહાન દેખાવ છે, અને ઉજાણીતી મઝા યુમાવી તેનો ખદલો ઠીક માળ્યો. હવે એ દેખાવ તમારા મનમાં તાજો છે તેટલામાં તે સંબંધી થોડાક સાદા પ્રશ્ન તમે તમારા મનને પૂછશો તો તમારાથી ગમત કરવા નહિ જવાયું માટે દિલગીર નહિ થવાનાં વધારે કારણો કદાચ તમને મળશે.

૪. પ્રથમ તો આટલું બધું વધારે પાણી નદીમાં ક્યાંથી આવેછે? તમે કહોછો કે એ વરસાદનું પાણી છે તો ઠીક, પરંતુ એ બધું આ પહોળી નદીમાંજ કેમ આવેછે? વરસાદનું પાણી કોઈ પણ નદી બનાવ્યા સિવાય જમીન પરથી કેમ વહી જતું નથી?

૫. વળી વરસાદ ક્યાંથી આવેછે? કાલે સાંજે આકાશ નિર્મળ હતું; રાતમાં વાદળાં ચઢી આવ્યાં, અને સવારે વરસાદ આવ્યો, અને તમે કહોછો કે વાદળાંને લીધેજ વરસાદ આવ્યો. પરંતુ વાદળાંને કોઈ ઠંડાણથી પાણી મળવું જોઈએ. વાદળાં વરસાદ ભેગો કરી પૃથ્વીપર પડવા દેછે તેનું શું કારણ?

૬. ત્રીજું, નદીનું વહેણ અમુક દિશામાં કેમ થાયછે? નદીમાં પાણી થોડું હતું અને પથરા અને કાંકરીપર ઘૂબને તમે પેલે પાર જઈ શકતા ત્યારે નદીનો પ્રવાહ થોડો હતો, તોપણ સાફ જણાતો હતો. નિરંતર એકજ દિશામાંથી પાણીનો પ્રવાહ જતો તમે જોતા હતા. હવે કળુંઠા પાણીથી નદી ભરપૂર છે ત્યારે પણ પ્રવાહની દિશા તેની તેજ તમે જુઓછો. આમ હોવાનું કારણ તમે કહી શકશો?

૭. વળી ગઈ કાલે પાણી સ્વચ્છ હતું, આજે નંદાદેવે બહુ દેખાયછે. આ ગંદા પાણીમાંથી થોડુંક તમે ઘેર લઈ જઈ આખી રાત વાસણમાં ભરી મુકશો તો ખીજે દિવસે તે નિર્મળ દેખાશે અને વાસણને તળીએ કાદવનો ઝીણો થર બાઝેલો માલૂમ પડશે. માટે કાદવને લીધેજ પૂરવાળી નદીના પાણીનો રંગ બદલાયછે. પરંતુ એ કાદવ ક્યાંથી આવ્યો? ભારે વરસાદ અને તેથી આવેલા પૂરની જોડે તેનો કાંઈક સંબંધ છે એ સ્પષ્ટ જણાયછે.

૮. આ નદીમાં થોડું પાણી હોયછે ત્યારે તથા પૂર આવ્યું હોયછે ત્યારે તેનું વહેણ તેની તેજ દિશામાં થાયછે, અને જોણીમર એ પાણી વહેછે તેણીમર તેમાંનો કાદવ કચરો ધસડાયો જાયછે. આ દેકરા ઉપર બેસી શીણવાળાં પાણી વમળ કરતાં દોડેછે

તે જોઈએ છીએ ત્યારે એવો સવાલ ઊઠે છે કે જળ અને કાદવનો આ મોટો જથ્થો ક્યાં જતો હશે, અને જ્યાં જાય છે ત્યાં એનું શું થતું હશે ?

૯. તમે જાણો છો કે આ દેશમાં જે સેંકડો મદીઓ વહે છે તેમાંની આ માત્ર એક છે, અને ખીજા દેશોમાં હજારો ખીજી છે. આજે આપણે જે આ નદીમાં થતું જોઈએ છીએ તે બધું તે સઘળીમાં થાય છે. ભારે વરસાદ વરસે છે ત્યારે તે સર્વમાં રેલ આવે છે; તેઓ સર્વે નીચાણ ભણી વહે છે; અને બધીઓ વધારે કે ઓછો કાદવ તાણી જાય છે.

૧૦. હવે ધરભણી હીંડો. આજના અનુભવથી જે ખીનાઓ જાણવામાં આવી તેમાંની મુખ્યનું પુનરાવર્તન માર્ગમાં કરતા જઈશું. આપણે જોઈએ કે વખતે આકાશ નિર્ભજ અને આરમાની રંગનું હોય છે, ને સૂરજ પ્રકાશી તપે છે; કાંઈ વાર આકાશમાં વાદળાં ચઢી આવે છે અને જ્યારે તેઓ ધણું એકઠાં થાય છે ત્યારે વરસાદ થવાનો સંભવ છે. આપણે જોઈએ કે નદીનાં પાણી વહે છે; ભારે વરસાદ પડ્યાથી નદીમાં પૂર આવે છે, અને પૂર આવ્યાથી પાણી કચરાણું થાય છે. એપરથી આપણે શીખ્યા કે આપણી જિંદગી આકાશમાં અને નીચેની પૃથ્વીની વચ્ચે ધાડો સંબંધ છે. ગઈ કાલે સાંજે કાંઈ કાંઈ વાદળ આવવા માંડ્યું તેમાં કાંઈ આપણને દમ જણાયો નહિ, પરંતુ આજ સાંજસૂઈમાં તો એ વાદળાંએ મોટી રેલ આણી, જેથી ગાડો તળીએથી ઊપડી તણાયાં જાય છે, ખેડૂતોનાં ઝૂંપડાં અને ખેતરોનો પાક ધસડાઈ આવે છે. એવી રીતેથી પૂલ ભાંગે છે, ગામડાંમાં અને શહેરોમાં મીલકતને ભારે નુકસાન લાગે છે, અને મીણસના જનની હાની થાય છે.

૧૧. પણ તમે જો કાંઈ શહેરના રહીશ હો અને મેં વર્ણવ્યા તેવા ગામડાંમાં બનતા બનાવ તમારા જોવામાં ન આવ્યા હોય તો સહજ તમને એમાં રસ ન ઊપજે. પરંતુ શહેરની રોડીઓમાં મથુ વરસાદ અને વહેળાવિષે ધણું શીખી શકાય. થોડું વ-

રસાદનું પાણી વાસણમાં ઝીલ્લો તો તે નીતરું દેખારો. પાણી નીકમાં અને માર્ગમાં બારે વરસાદ વેળા પાણી વહેછે તે કેટલું કચરાણું દેખાયછે ! રસ્તાની ધૂળ પાણી જોડે મળી ધસડાઈ જાયછે. એ રીતે દરેક નીકમાં ને રસ્તામાં રેલ આવી હોય તેમ દેખાયછે. નદીમાં જેમ લાકડાં અને ઝાડો તણાઈ જાયછે તેમ રોડીઓમાં પડેલાં ધાસનાં તણખલાં, રાડાં, લાકડાંના કડકા, વગેરે રખડતી વસ્તુઓ નીકામાં કે રસ્તાપર વહેતા પાણીમાં જતી તમે જોશો. આકાશમાં થતા ફેરફારોથી પૃથ્વીપર કેવા ફેરફાર થાયછે તેનું સાન રાહરંમાં પણ તમને એપરથી થઈ શકે.

૧૨. તમે થોડીવાર વિચાર કરશો તો હરેરોજના સાધારણ ખનાવોનો પરસ્પર જે રીતે સંબંધ થયેલોછે તેનાં ધણાં દૃષ્ટાંતો તમને યાદ આવશે. તમે નાનપણથી તડકો, વાદળાં, પવન, વરસાદ, ઝાકળ, નદીઓ, રેલ, વગેરે જુઓછો તેથી તેઓ એટલાં સાધારણ થઈ ગયાંછે કે તેઓનેવિષે તમે કદી વિચાર કરતા નથી. તેઓ જેવાંછે તેનાથી કોઈ પણ રીતે ભિન્ન તમે તેમને કદી શકતા નથી. ખરે તેઓ એટલાં સ્વાભાવિક અને આવશ્યક દીસેછે કે તેમનાં કારણ આપવાનું કોઈ તમને કહેછે ત્યારે તમને વિરમય લાગેછે. જે દેશમાં કદી વરસાદ વરસ્યોજ ન હોય તે દેશમાં અવતરી તમે આખો જન્મારો ત્યાં કાઢ્યો હોય અને ત્યાંથી તમને આ દેશમાં તેડી લાવે. તેવામાં વરસાદનું તોફાન આપણે જોયું તેવું તમે દેખો તો શું તમને નવાઈ નહિ લાગે અને એ શું અને એનું કારણ શું એમ તમે સહજ પૂછશો કે નહિ ? અથવા ધારો કે આપણા આ ગરમ દેશમાંથી કોઈ છોકરો શિયાળામાં ઇંગ્લાંડમાં કે ખીજા કંડા દેશમાં જઈ ખરફ પડતો પ્રથમજ જુઓ, અને નદીઓ સજડ ઠરી ગયેલી દેખે તો તે શું ધણું વિરમય પામશે નહિ ? ખરફ એટલે શું, જમીન શા માટે આટલી કઠણ છે, શા કારણથી હવા એટલી ખતી ઠાઠી છે, અને વહેળાઓનો પ્રવાહ નહિ ચાલતાં પાણી ઠરી

ગયેલુંછે તેનું શું કારણ એ બ્રહ્મો પૂછે તો તમે તેના ઉત્તર આપી શકશો ?

૧૩. તથાપિ એ ખનાવો ત્યાં સાધારણ છે, એટલે હમેશા ખતે છે, અને તેઓ સંખંધી એ સવાલો છે. એ વિષે તમે વિચાર કરશો તો તમે ધારતા હતા તેમ એના જવાબ ઝટ સૂઝે એમ નથી એવું તમારા લક્ષમાં આવશે. કોઈ વસ્તુ સાધારણ છે તેથી તેમાં કંઈ શીખવાનું નથી એમ તમારે ધારવું નહિ. વાસ્તવિક એ છે કે લક્ષમાં લેવાબ્દેગ અને જે તમારી મહેનતનો ખદ્દો તમને નહિ આપે એવી કોઈ પણ સાધારણ વસ્તુ દુનિયામાં છેજ નહિ; ખંધી સાધારણ ચીજો અને સઘળા સાધારણ ખનાવો ધ્યાનમાં લેવા બ્દેગ, જ્ઞાનમાં વધારો કરનારા, અને મનૈરંજક છે.

૧૪. નીચલાં પાનાંમાં એ સાધારણ વસ્તુઓમાંની કેટલીકની મારી જોડે તપાસ કરવાની હું તમને બલામણુ કહેછું. પરંતુ તમારે શીખવાના કેટલાક પાઠ લખવા, અને મોઢે કરવાનાં કેટલાંક મૂળતત્ત્વો જણાવવાં એટલુંજ માત્ર હું ઈચ્છું એમ તમારે સમજવું નહિ. આ લઘુ પુસ્તકમાં અથવા ખાળા નાના કે મોટા ગ્રંથોમાં જે કંઈ પ્રગટ કરેલુંછે તેટલાથીજ તમે સંતોષ ન પામો, અને તમારી પોતાની આખોતો ઉપયોગ કરી આપણી આ અમત્કારી દુનિયામાં જે ખનાવો ખતે છે તેઓની પંડે નિરીક્ષા કરવાની ટેવ તમને પડે તો હું ખુશી યાઉં. આ આનંદકારી નિરીક્ષાને માટે તમારી આસપાસ પુષ્કળ સાહિત્ય છે. આખા અને કાન ઉઘાડા રાખીને ફરવામાં જે નિત્ય ખતે છે અને જોવામાં આવેછે તેવડે જે જ્ઞાન મેળવી શકાય તેથી જેવી ખરેખરી ગમત ઊપજે તેવી ગમત, રમત, મોજ, શોક, સાહસ, વગેરેને સાંઝે નદી, વન, કે ડુંગરાપર જવાથી પડે નહિ. તમારે યાદ રાખવું કે ઘેર કે નિશાળે તમે જે છાપેલી ઓપડીઓ વાંચોજો તે સિવાય સૃષ્ટિરૂપી મહાન્ પુસ્તક છે તેમાં જીવાન કે ધરડા હરેક માણસને એટલું વાંચવાનું છે કે તે આખો જન્મારો

વાંચ્યા કરે તોએ તેમાંથી જે શીખવાનું છે તે જરાએ ઓછું થાય નહિ.

૧૫. આ મહાન્ પુસ્તક—વાયુ, પૃથ્વી, અને સાગર—ને વાંચવાની એટલે નિહાળવાની હું તમને બલામણુ કરુંછું. આવા આવા ખનાવો ખનેછે તે જોઈને કે જાણીને અટકવું નહિ. જેમકે નદીમાં પૂર આવેલું તે જોવાને આપણે ગયેલા તેવિષે લઈએ. વાવાઝોડું કે પાણીની રેલ જેવો ખનાવ ખને ત્યારે તેવિષે કાંઈ ખોળવાનું ચત્ન કર્યાવિના રહેવું નહિ. પાછા ઘેર જતાં રસ્તામાં આપણે સવાલ ઊઠાવ્યા હતા તેવા સૃષ્ટિને પૂછવાની દેવ તમને પડવી જોઈએ. તમારી આસપાસ જે ખનાવ ખનતા જોવામાં આવે તેનાં કારણો શોધ્યા સિવાય તમારે નિરાંતે બેસવું નહિ. એથી ધણોજ સાધારણ ખનાવ કે નિત્ય જોવામાં આવનારી વસ્તુ મનોરંજક અને ઉપયોગી જ્ઞાન કરનાર માણૂંમ પડશે. જ્યાં તમે જશો ત્યાં તમને લક્ષમાં લેવાને કાંઈ પણ વસ્તુ મળી આવશે ખરી. આસપાસના દેખાવથી મન રંજન થાય તેમાં એથી ઉમરે થશે. એમ કરેથી તમારી આંખોનો ઉપયોગ ઉતાવળે અને ખરી રીતે કરતાં આવડશે. આ નિરીક્ષાની દેવ તમને અત્યંત લાભકારી થઈ પડશે. દુનિયામાં જે ધર્મ તમે લાગવાના હો તેમાં એ બહુ કામ આવશે.

૧૬. સૃષ્ટિરૂપી પુસ્તકનાં મુખ્ય અંગો, તેમાં વિશેષે કરીને વાયુ અને પૃથ્વી વિષે કંઈ જાતના પ્રશ્નો પૂછવા તે નીચલા પાઠોમાં દર્શાવવાની મારી ઈચ્છા છે. જે વાયુનો આપણે આસપાસે છીએ અને જે પૃથ્વીપર આપણે વશીએ છીએ તેઓ વિષે અને તેઓના સંબંધ વિષે આપણુ દરેક થોડું જાણવું જોઈએ. આપણે પૂર જોવા ગયા ત્યાં આકાશમાં વાદળાંની જોડે ઝાડ, ઝૂંપડાં, અને ખેતરાંના પાકના નારાનો સંબંધ જાણ્યો. પૃથ્વી અને વાયુ વચ્ચે જે સંબંધો છે તેમાંનો કાંઈક આપણે ત્યાં શીખ્યા. એ સિવાય ખીજા ધણા સંબંધો તમારે હજી શોધી કાઢવાના રહ્યા. એ સંબંધોની ખોળ કરવામાં વિદ્યાની જે શાખાને

જૂતળવિદ્યા કહેછે તેનો તમે અભ્યાસ કરોજો. આ પૃથ્વી અને તેના પૃષ્ઠ ઉપર થતી સર્વે ચેષ્ટાનું વર્ણન જૂતળવિદ્યામાં આવેછે. તમે એમ ન ધારશો કે એ કામ કઠણ કે અસ્થિ છે. તમારી આસપાસ જે વિકારો નિરંતર થયાં કરેછે તેઓને ધ્યાન દઈને માત્ર જોવા, અને તેઓના હેતુ અને તેઓના પરસ્પર સંબંધ શોધી કાઢવાનો યત્ન કરવો.

પૃથ્વીની આકૃતિ.

૧૭. પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર જે ખનાવો ખનેછે તેની નિરીક્ષા કીધા પહેલાં આખી પૃથ્વીના આકારનું જ્ઞાન મેળવવું અને પૃથ્વીને સૂરજ જોડે જે મોટા સંબંધ છે તે જાણવા ઠીક પડશે.

૧૮. ઈયારે તમે કોઈ મોટા સપાટ પ્રદેશના મધ્યમાં જાભા રહોજો અથવા ખહોજો દરિયો જુઓજો ત્યારે જે પૃથ્વી ઉપર આપણે વશીએ છીએ અને ફરીએ હરીએ છીએ તે જાણે મોટું મેદાન હોય તેમ તમને દેખાયછે, અને આગળ હીંડ્યા જાઓ તો તે મેદાનને છેડે આવી પહોંચો એમ તમને લાગેછે. ખાલ્યાવરુદામાં આવો વિચાર સર્વે કોઈને આવેછે, અને પ્રાચીન કાળમાં ખધા મોટી ઉમરના માણસો પણ એમજ માનતા. અહીં વસનારા માણસોના ઉપયોગને સાદજ સૂરજ અને ચાંદો જોગેછે અને આથમેછે એવું તેઓ સમજતા; અને ખધા તારાવાળા આકાશને ધરતીનું ઢાંકણું જાણી તેને આધારે રહેલો મોટો પિનોરી ધૂમટું ધારતા.

૧૯. પરંતુ પૃથ્વીને આપણી આંખ સપાટ દેખેછે તેમાં તે જુલેછે, અને જે કેવળ સપાટ દેખાયછે તે વાસ્તવિક ગોળાકાર છે, એવું તમે તમારી મેજો સહેલથી સિદ્ધ કરી શકો-હરકોઈ વિશાળ સપાટ પ્રદેશમાં (ગૂજરાતના જિલ્લાઓમાં ધણુખરે ઠંકાણું છે તેવામાં) ચાર પાંચ મૈલથી વધારે છેદેનાં ઝાડ અને ગામ દેખાતાં નથી. અમદાવાદની થડમાં શાહ આલમનો રોઝો છે ત્યાં બોંયે જાભા રહીને જોતાં જેટલે દૂરનાં

ઝાડો વગેરે જાણાયછે તેનાથી વધારે દૂરનાં ઝાડો વગેરે તે રો-
ઝાના મિનારાની ટોચ ઉપરથી જોતાં જાણાયછે. જમીનપરથી
જે નહોતાં દેખાતાં તે મિનારાપરથી દેખાવા માંડેછે. પડોશમાં
ડુંગર હોય તો તેના મથાળાપરથી એથીએ વધારે આધેના પદા-
ચોં દેખાય. માટે જમીનથી જેમ વધારે જાયે જશો તેમ વધારે
આગળ તમારી નજર પહોંચશે.

૨૦. વળી સમુદ્ર કાંઠાના કાંઈ જગ્યા ડુંગરની તળેટીએ ઊભા
રહેતાં ધણે આધે વહાણના સઢ દેખાયછે એમ ધારો. તે જોઈ
એ ડુંગરને મથાળે ચઢો તો સઢ દેખારો એટલુંજ નહિ, પણ
આખું વહાણ નજરે પડશે, અને એથીએ વધારે દૂરનાં વહા-
ણો જે કિનારે મુદ્દલ દેખાતાં નહોતાં તેઓ આકાશ અને દરિ-
યાની મળવાની લીટીમાં માત્ર ડાઘા જેવાં કદાચ તમને માલૂમ
પડશે.

૨૧. વળી એમ ધારો કે એ ટીંબાની ટોચ ઉપર બંધી થો-
ડીવાર સૂધી એ વહાણો ભણી તમે જોયાં કરોછો. તેઓમાંનાં કે-
ટલાંક પ્રથમ એટલાં દૂર હતાં કે ભાગ્યે દેખાતાં તેઓ કદાચ
વધારે મોટાં અને સ્પષ્ટ દેખાવા માંડેછે. વહાણના સઢ અ-
ને ઢોલની ટોચ હવે દેખી શકોછો; કેટલાક વખતમાં સઢને
ખાકીનો ભાગ દેખાયછે, અને છેવટે વહાણનું ખોખું નજરે પ-
ડેછે. તમે જેને પૃથ્વીની કોર ધારતા હતા તેપર થઈને એ વહા-
ણો હંકારી આપ્યાં એમ દીસેછે.



આકૃતિ ૧. પૃથ્વીની વાંકાશને લીધે દરિયામાં વહાણ દેખાતાં બંધ પડેછે.

૨૨. એથી ઊલટું જે વહાણો પ્રથમ તમારી પાસે હતાં તેઓ
ધીમે ધીમે એજ દૂરની કોરણુ ભણી જશે. તેમનાં ખોખાં દરિયા-

માં જાણે ડુંગી જશે; પછી સઠ દેખાતા બંધ પડશે, અને છેલ્લે તે વહાણોની કોઈ પણ નિશાની દેખાશે નહિ.

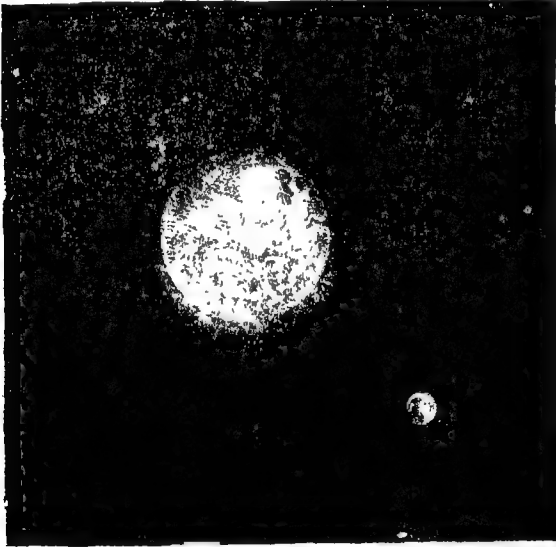
૨૩. હવે એ નિરીક્ષા કરવામાં તમને કેટલાંક સત્ય જડ્યાં હશે તેથી સિદ્ધ થાય કે જે ધરતીપર આપણે વંશીએ છીએ તે ચપટી નથી, પણ તેનું પૃથ્વી વાંકું વળેલું છે, અથવા ખીજા બોલ-માં કહીએ તો ગોળક છે. એ રીતે તમારાં ચક્ષુઓનો ઉપયોગ કરવાનું અને જે કાંઈ તમારી દૃષ્ટિએ પડે તેનો હેતુ ખોળી કાઢવાનું કામ કઠણ કે વિરસ લાગશે નહિ; અને તમે નિરીક્ષણ વિદ્યાભ્યાસમાં ખરેખરા પડશો. દરિયામાં વહાણો આવ જા કરે છે તે વેળા તેઓ કેવાં દેખાય છે એ નિહાળો છો ત્યારે તમે સત્ય ખોળો છો. એ સત્યોને એકલાં કરી તેમના સંબંધ અને હેતુ કે અર્થ ખોળી કાઢો છો, અને તેપરથી પૃથ્વીના ગોળત્વનું તમને પ્રમાણ મળે છે ત્યારે તમે અનુમાન કરો છો. નિરીક્ષા અને અનુમાનને જોડો છો. એ બેને એમ જોડ્યાં તેજ વિદ્યા.

૨૪. જૂઓ ત્યારે એમ તમે નિરીક્ષા કરી સાબીત કરી શકો કે પૃથ્વીના ચપટાપણાવિષે જાતી અને જે વગર તજવીજે સ્વાભાવિક લાગે તે ધારણા તદ્દન ખોટી છે; અને દરિયો અને જમીન સપાટ દેખાય તોપણ તેઓ મોટા ગોળાનો માત્ર ભાગ છે. મુંબઈથી વહાણ હંકારો અને પાછા ફર્યા સિવાય તેની તેજ દિશામાં હંકાર્યા જાઓ. તો આખરે તમે પાછા મુંબઈ આવી પહોંચશો. એ રીતે પૃથ્વીની આસપાસ વહાણ હંકારી સિદ્ધ કરી શક્યો કે પૃથ્વી ગોળ છે. ઘણીવાર એ રીતે થયું છે. પૃથ્વીની ઘણી પ્રદક્ષિણા કરવામાં આવી છે, અને આપણા દેશમાં જમીન અને સાગરની કોરણ ચોમેર ગોળાકાર દેખાય છે તેવીની તેવીજ એ પ્રદક્ષિણા કરનારાઓના જોવામાં પણ આવી છે; કોઈ ઠંકાણે તેનો અંત આવ્યો નથી.

૨૫. વિશાળ સાગરપર નજર કરો ત્યારે પૃથ્વીનું પૃથ્વી ગોળ વાંકાશનો ભાગ છે એમ માનવામાં તમને મુશ્કેલી ન લાગે,

તોપણ જ્યાં પહાડો અને જાડી ખીણોવાળા અસમાન પ્રદેશમાં
ઊભા રહી ચોતરફ જૂઓ ત્યારે આપણું અસમાન પૃથ્વ ગોળનો
ભાગ શી રીતે હોઈ શકે તે સમજવામાં કદાચ તમને અડચણ
લાગશે. પરંતુ ખરું જૂઓ તો પૃથ્વી એટલી મોટી છે કે જ્યાં-
માં જ્યાં પર્વતો પણ તેના પૃથ્વ ઉપર મુકાપેલા નાના કણ
જેટલા માત્ર છે. જ્યાં પૃથ્વ સપાટ હોય, જેમકે મોટા મેદાનમાં
કે સાગરપર, ત્યાંજ પૃથ્વીના વારતવિક આકાર વિષે આપણાં
નેત્રવડે નિર્ણય કરી શકીએ. પરંતુ ઘણાજ અરબચડા પ્રદેશમાં
પણ એ વાંકાશ હોયછે, પણ ત્યાંના જગ્યાણ નીચાણને લીધે
આપણે તે દેખી શકતા નથી.

. ૨૬. પરંતુ એ વાંકાશ ખુબજ થોડી છે. દરિયામાં વહાણો



આકૃતિ ૨. સૂર્યમાંથી જોતાં પૃથ્વી અને ચંદ્રનો દેખાવ.

ઘણા મેલ જાયછે ત્યારે દેખાતાં નથી. એ વાંકાશ એટલી થોડી
છે તેપરથી એમ જણાયછે કે જે ગોળ કે વૃત્તનો તે ભાગ છે તે

ધણો મોટો હોવો જોઈએ. એ વૃત્તનું એટલે કુંડાળાનું માપ ખ-
ગોળવેત્તાઓએ કાઢ્યુંછે તે પરથી તે વૃત્ત એટલું મોટું જાણા-
યુંછે કે આગગાડી દર કલાકે ત્રીસ મિનન વેગે અટક્યાવિના
પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે તો એ પ્રદક્ષિણા પૂરી કરવાને એક મ-
હિના કરતાં વધારે કાળ લાગશે.

રાત્રિ દિવસ.

૨૭. તમને સાંભરતું હોય ત્યારથી દરરોજ તમે સૂર્યને આ-
કાશમાં કરતો દેખોછો. વાદળાં વગરની નિર્મળ રાત્રે તમે ચંદ્ર
અને તારાને ગગનમાં ધીમે ધીમે ગમન કરતા જુઓછો. આ-
વતા કાલે સૂર્ય ફરી ઊગશે અને પાછલાં વર્ષોમાં તેણે જેવું જ-
મણ ક્યુંછે તેવું જમણ તે હવે પછી વરસોવરસ કર્યો જશે,
એ વિષે તમને જેટલી ખાતરી છે તેના કરતાં વધારે ખાતરી
ખાળ કાઢ વિષે થઈ શકશે નહિ. તમાગ દીઠામાં આવ્યુંછે
કે પૃથ્વીની આસપાસના સર્વ પદાર્થો સદા નિયમિત અને ધીમી
ગતિ કરતા દેખાયછે. આ ગતિનું શું કારણ હશે એવો સવાલ
મનમાં ઊડી તમને કદી આશ્ચર્ય લાગ્યુંછે ?

૨૮. તડકા પડ્યો હોયછે ત્યારે તાપ લાગેછે; આકાશ વા-
દળાંથી છવાઈ ગયેલું હોયછે ત્યારે ઓછો તાપ લાગેછે; અને
રાત્રે સૂરજનો પ્રકાશ ખિલકુલ હોતો નથી ત્યારે શીતળ લાગેછે.
વળી દહાડે આકાશમાં અજવાળું હોયછે અને સૂરજ આથમે-
છે ત્યારે અંધારું થાયછે. એપરથી તમે જુઓછો કે પ્રકાશ
અને ઉજ્જ્વલતાનો આધાર સૂર્યપર છે. એ સ્પષ્ટ છે કે પૃથ્વી
અને સૂર્યના સંબંધનું થોડુંક પણ જ્ઞાન થયા સિવાય જે ખતાવો
પૃથ્વીપર ખનેછે તે આપણે યથારિથત સમજી શકીશું નહિ.

૨૯. પ્રાચીન કાળનો માણસોની જે ધારણા હતી તેવી ક-
દાસ તમારી પહેલી ધારણા હશે. તેઓ માનતા કે વિશ્વનું
સ્થિર મધ્યબિંદુ પૃથ્વી છે અને તેની આસપાસ સૂર્ય, ચંદ્ર,
અને તારા હમેશા ફર્યા કરેછે. પૃથ્વીની આસપાસ એ આ-

કાશી પદાર્થો ગતિ કરેછે એ વાત આપણે માનતા હોઈએ તેની પેઠે અલ્પાપિ તેમના ઉદ્ધ્યાસ્તવિષે બોલીએ છીએ.

૩૦. પરંતુ અત્તાંડનું મધ્યમિંદુ નહિ હોતાં જે આકાશી પદાર્થો સૂર્યની આસપાસ નિરંતર ભ્રમણ કરેછે તેમાંનો પૃથ્વી અહં જોતાં માત્ર એક પદાર્થ છે. સૂરજ એ મધ્યમાં મોટો ઉગ્ગ ગોળો છે, ને તેવડે આપણી ધરતીને અજવાળું અને ગરમી મળેછે. તેની આસપાસ પૃથ્વી નિરંતર ભ્રમણ કરેછે.

૩૧. સૂર્યની ગતિને લીધે રાત્રિ દિવસ અનુક્રમે થાયછે એવું ભાસેછે, પરંતુ વારત્તિક કહીએ તો પૃથ્વીના ભ્રમણને લીધે તેઓ થયાં કરેછે. એનું તમને દૃષ્ટાંત કહું. ભમરડાને ખડુજ ઝડપથી ફેરવશો તો થોડીવાર તે આર ઉપર રિથર દેખાશે, પરંતુ વરતુત: તે ધણીજ ત્વરાથી ફરેછે. આરની છેક નીચલી અણીથી તે ભમરડાની ઊપલી ટોચ સૂંચી સીંચી લીટી દોરેલી ધારો. આ મધ્ય દેખાતી આસપાસ ભમરડાનો દરેક ભાગ ફરેછે. એ લીટીને ભ્રમણની ધરી કહેછે. એજ રીતે પૃથ્વી તેની ધરીપર ઉતાવળી ગતિ કરેછે.

૩૨. વળી નિશાળોમાં પૃથ્વીના ગોળા હોયછે તેવો એક ગોળો સઘં તેનાથી થોડાક ઝૂટને છેટે પીતળના વૃત્તની લીટીમાં શીવાં મૂકો. એ ગોળો તેની ધરીપર ફેરવી શકાય તેવો છે. રિથર રાખો કે ફેરવો, પણ દીવા તરફની તેની અડધી ખાજીપર પ્રકાશ પડશે અને સામેની અડધી ખાજીપર અંધારું રહેછે. જેમ જેમ તમે એ ગોળાને ફેરવતા જાઓછો તેમ તેમ દરેક રથળ અનુક્રમે દીવાના પ્રકાશ બણી આવેછે અને પાછું છાયામાં જાયછે; અને દીવાને ખસેડશો નહિ ત્યાંસૂધી ગોળાના ભ્રમણને લીધે તેના પૃષ્ઠનો દરેક ભાગ વારાફરતી અજવાળામાં અને અંધારામાં આવ્યાં કરશે.

૩૩. આ નાના ગોળાને ખદલે આપણી પૃથ્વી લેશો અને નાના દીવાને ખદલે મોટો સૂરજ ધારશો તો ધરીપર પૃથ્વીના

ભ્રમણને લીધે દરેક દેશમાં પ્રકાશ અને અંધારૂં ફરી રીતે થાય છે તે તમારાથી સમજાશે.

૩૪. જે ધરીની આસપાસ પૃથ્વી ફરે છે તે ધરી ખરેખરો સળીઓ છે અને પૃથ્વીની આરપાર તે સળીઓ જાય છે એમ તમારે કદી ધારવું નહિ. એ ધરી માત્ર કલ્પિત લીટી છે, અને જે સામસામેનાં બિંદુએ તે લીટી પૃથ્વીના પૃથ્વને મળે છે તેઓનાં નામ ઉત્તર ધ્રુવ અને દક્ષિણ ધ્રુવ પાડેલાં છે. ખરેખરા દેખાઈતા પદાર્થની ધરી હોત તો એ બે બિંદુમાં તે સળી-આના છેડા બહાર નીકળત. શાલોપયોગી પૃથ્વીનો ગોળો જે બે અગ્નિઓને આધારે રહેલો છે તેઓ ધ્રુવને ઠામે છે.

૩૫. આ ધરીની આસપાસ ઓતીસ કલાકમાં પૃથ્વી એક આંટો ફરે છે. એ ઓતીસે કલાકમાં સૂરજ આકાશમાં રિથર ગહી પ્રકાશમાન હોય છે. પરંતુ પૃથ્વીનું જે પારું જે સમયે તેની સામે હોય છે તે વેળા તેપર માત્ર તેનો પ્રકાશ પડે છે. પૃથ્વીના ગોળાને દીવાની સામે મુક્યો તેવારે જેમ તેજરથી અને નિસ્તેજ બાજુઓ હતી તેમજ અહીં પણ એક અજવાળાવાળી અને એક અંધારાવાળી બાજુ સદા હોતી જોઈએ. હવે તમારા સમજવાનાં ઝટ આવશે કે પૃથ્વીને ગતિ ન હોત તો તેના અડધા પૃથ્વરે કદી પ્રકાશ પડત નહિ, અને અડધા પૃથ્વરે કદી અંધારૂં થાત નહિ. પરંતુ તે ગતિમાં છે માટે દરેક ભાગપર વારાફરતી અજવાળું અને અંધારૂં પડે છે. સૂર્યનો પ્રકાશ હોય છે ત્યારે દિવસ અને અંધારૂં હોય છે ત્યારે રાત્રિ થાય છે.

૩૬. સૂરજ નિત્ય પૂર્વથી પશ્ચિમમાં જતો દેખાય છે. પૃથ્વીની વારતવિક ગતિ એથી છેક ઊલટી એટલે પશ્ચિમથી પૂર્વમાં છે. સવારે સૂરજના પ્રકાશમાં પેશીએ છીએ. તે પ્રથમ પૂર્વમાં દેખાય છે. ધીમે ધીમે આકાશમાં જાયે ચડતો જઈ સૂર્ય મધ્યાનહે છેક આપણા માથાપર આવે છે; અને જેમ જેમ પૃથ્વીના નિરંતર ભ્રમણને લીધે આપણે ફરીને અંધારા ભણી જઈએ છીએ તેમ તેમ તે પાછો પશ્ચિમમાં હળવે હળવે ઊતરી

અમરત પામેછે. આંદગુણીઓ એક પછી એક ઊગેછે અને આથમેછે, અને છેવટે બીજા દિવસે સૂર્યના પ્રકાશમાં તેમનું અદ્ય તેજ હોલવાઈ જાયછે તેપરથી રાત્રે પણ પૃથ્વીની ગતિનું જ્ઞાન મેળવી શકીએ.

૩૭. પૃથ્વી તેની ધરીપર ફરેછે તેની જોડે સૂરજની આસપાસ પણ ફરેછે. આ ગતિને પૃથ્વીની પોતીકી કક્ષામાં પ્રદક્ષિણા કે વાર્ષિક ગતિ કહેછે. સૂર્યની આસપાસ એક ફેર ફરી રહેતાં એટલું મોટું વૃત્ત દોરાયછે કે એક સેકન્ડે લગભગ ઓગણીસ મૈલનો વેગ છતાં પણ તે વૃત્તમાં ફરી રહેતાં પૃથ્વીને ૩૬૫ દિવસથી કાંઈક વધારે કાળ લાગેછે.

૩૮. પૃથ્વીની દૈનિક ગતિથી દહાડો અને રાત થાયછે અને વાર્ષિકગતિ પરથી વરસો ગણવામાં આવેછે. માટે પૃથ્વી એ આપણું મોટું કાળમાન કે ઘડીઆળ છે.

વાયુ.

૧. વાયુ જ્ઞાનો બન્યોછે ?

૩૯. ધ્યાન દઈને આસપાસ જોતાં વાયુપર આપણું લક્ષ પહેલું જવું જોઈએ. આપણે વાને દેખતા નથી, તોપણ જ્યાં જઈએ ત્યાં એ હોયછે. કોઈ વેળા મંદ લહેર વાયછે અને કોઈ વેળા ભારે વાવંટોળ થાયછે. આ વાયુ શી વસ્તુ છે ?

૪૦. એ અદૃશ્ય છે, તથાપિ વાસ્તવિક પદાર્થ છે. તમે તમારો હાથ જોયો નીચો ઝડપથી હલાવોછો ત્યારે વાને લીધે તમારા હાથને પ્રતિરોધ થતો તમને લાગેછે. વા એવો પદાર્થ છે કે તે તમને લાગી શકેછે, પરંતુ તમે તેને જોઈ શકતા નથી. દરેક ક્ષણે તમે તેના આસ લોછો. આખી પૃથ્વીને તે પૂર્ણ રીતે વીંટલાયલોછે. માટે તેનાથી તમે વેગળા જઈ શકશો નહિ. વાના આ બહારના આવરણ એટલે ઢાંકણને વાતાવરણ કહેછે.

૪૧. રસાયનશાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકમાં (કલમ ૯) જે પ્ર-

યોગો સમજાવ્યાછે તેપરથી તમે જ્ઞેશો કે સાધારણ વા અમિશ્ર પદાર્થ નથી, પરંતુ નૈત્રોજન અને ઑકિસજન નામે જે અદૃશ્ય વાયુનું મિશ્રણ છે. પરંતુ આ જે મુખ્ય અંગ સિવાય બીજા પદાર્થો પણ થોડા થોડા તેમાં ભળેલાછે; એમાંના કેટલાક અદૃશ્ય છે અને કેટલાક દૃશ્ય છે. ઓરડાનાં પારીખા-રાણાં વાંચી તરડ કે કીણા કાણામાંથી તડકો અંદર આવેછે ત્યારે રજનળિયું બનેછે. એ રજનળીઆવડે વાયુમાંના દૃશ્ય રજનકણો દેખાશે. ધૂળની સેંકડો પારીક રજ તડકામાં જતી આવતી જણાશે. એ કણ આસપાસના અંધારાને લીધે થોડા તડકામાં દેખાયછે. પણ મસ અજવાળામાં દેખાતા નથી. પરંતુ હવાનાં અદૃશ્ય અંગબૂતોજ અતિ અગત્યનાં છે ; એમાંનાં પાણીની વરાળ અને કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ એ જે તમારે ખસૂસ યાદ રાખવાં. એમને ઓળખવાની અગત્ય તમારા જીવમાં ઝટ આવશે.

૪૨. કહો વાર, પાણીની વરાળ તે શું હશે ? નાળચાવાળી દેગડીમાં પાણી ઊકળેછે ત્યારે જે બનાવ બનેછે તે નિહાળશે તો એના ગુણ સમજશે. નાળચામાંથી ધોળા વાદળનો પ્રવાહ બહાર ઘેમાં ચાલ્યો આવેછે. તે અટકતો નથી; તેનો જેટલો ભાગ બહાર આવેછે તેટલો કોણ જાણે કેમ દેખાતો બંધ પડેછે. પણ જેવો તે અદૃશ્ય થાયછે તેવોજ દેગડીમાંથી નવો નીકળેછે. દેગડીમાંનું પાણી ઓછું થતું જાયછે, અને તેમાં બીજું પાણી નહિ રહે તો આખરે તેમાંનું પાણી બળી જઈ દેગડી છેક કારી પડી જશે. એ સમજા પાણીનું શું થયું ? તમે એની વરાળ ખનાવી. કાઈ પણ પ્રકારે તેનો નાશ થયો નથી, પરંતુ તેનું માત્ર રૂપાંતર થયું. પ્રવાહીરૂપ હતું તે બદલાઈ વાયુરૂપ થયું અને વામાં મળી ગયું.

૪૩. વામાં સદા થોડી ધણી વરાળ હોયછે, પરંતુ વરાળ રૂપ અદૃશ્ય હોવાથી તે રૂપમાં હોય ત્યાંસૂધી આપણે તેને દેખતા નથી. એ વરાળનાં વાદળાં, ઝાકળ, વરસાદ, અને ખરફ બને-

છે. વામાંથી વગળ કહાડી નાંખી હોય તો જમીનપરનો દરેક પદાર્થ સૂકાઈ જાય અને કોઈથી જીવી શકાય નહિ. તમારી આસપાસ દરરોજ જે ફેરફારો થાય છે તેવિધે જેમ જેમ વધારે વધારે શીખતા જશો તેમ તેમ તમારા બાણુવામાં આવશે, કે તે કરવામાં વરાળ મોટો કારક છે.

૪૪. વાતાવરણનાં અદૃશ્ય અંગજીવોમાંનો એક કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ એટલે કાર્બોન વાયુ છે. વાતાવરણમાં હજાર ભાગે માત્ર ચાર ભાગ કરતાં એનો અંશ વધારે નથી. તોપણ તે તેનું અગત્યનું અંગજીવ છે. તમારા બાણુવામાં આવશે કે વાયુમાં કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ છે તેમાં પૃથ્વીપરની સઘળી વનરપતિને લગભગ તમામ ધનસત્વ મળે છે. ત્યારે તેની અગત્યતા તમારા લક્ષમાં ઊતરશે (રસાયનશાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકની ૧૧ મી કલમ જુઓ). ડ્રોઈ છોડ સૂકાઈ (કે મરી) જઈ સડી જાય છે ત્યારે તેમાંનો કાર્બોનિક આસિડ વામાં પાછો ભળી જાય છે. પ્રાણીઓ પુષ્કળ વનરપતિ ખાય છે તેથી તેમનાં શરીરનું બંધારણ થાય છે. પ્રાણીઓ કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ શ્વાસમાં બહાર કહાડે છે, અને તેઓ મરી જાય છે અથવા તેમનાં શરીર ક્ષય પામે છે ત્યારે તેજ પદાર્થ (કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ) ફરીને વાતાવરણમાં ભળી જાય છે. માટે વામાં જે કાર્બોનિક આસિડ ગ્યાસ રહેલો છે તે વનરપતિ અને પ્રાણી બેઉનાં બંધારણ થવામાં કામ આવે છે, અને એ સજીવ વસ્તુઓમાંથી ચૈતન્ય જન્મ રૂઢે છે ત્યારે તે પાછો વામાં ભળી જાય છે. પ્રાણી અને વનરપતિવર્ગની તથા વાની વચ્ચે એ પદાર્થની નિરંતર આવ જાય છે (રસાયનશાસ્ત્રના પ્રથમ પુસ્તકની ૧૩ મી કલમ જુઓ.)

૨. વાની ઉછાળતા અને શીતળતા.

૪૫. તમને ખબર છે કે તમે વા જોઈ શકતા નથી, તોપણ તે ગતિમાં હોય છે ત્યારે તે તમને ઝટ લાગે છે. પરંતુ વા સ્થિર

હોય ત્યારે પણ ખીજી રીતે એટલે તેના ઉબજીમાનવડે તે ભાગી શકેછે (પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૫૨ મી કલમ જુઓ), કારણ કે સાંધારણ દૃશ્ય પદાર્થોની પેઠે વા ગરમ અને ઠંડો થઈ શકેછે.

૪૬. હરકોઈ મકાનમાં જે બનાવ બનેછે તેપરથી વાની ઉબજીતા અને શીતળતા બેશ સમજાયછે. પવન બંધ પડેલો હોય તે વેળા શિયાળામાં ગરમ ઓરડામાંથી ખુલ્લી હવામાં જશો તો તમને ઠાઠ વારો. આ ઠાઠ ક્યાંથી આવેછે ? તમે દેખી શકો એવી વસ્તુમાંથી તે આવતી નથી. કેમકે તમે શીતળ જમીનપર ઊભા રહોછો, તો પણ તમારા પગનું જોડાવડે રક્ષણ થવાથી ઠાઠ લાગતી નથી. એ તો વાજ ઠંડો છે; તે તમારી આસપાસ પીટલાઈ વળેલોછે અને તમારા શરીરની ઉબજીતા ઓરી લેછે; વળી તમારી ચામડીમાંથી ઉબજીતા નીકળી જઈ વામાં મળેછે (પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૬૭ મી કલમ જુઓ.) ઠાઠ હોય ત્યારે ખુલ્લી હવામાં ઘોડીવાર ઊભા રહી ગરમ ઓરડામાં પાછા પેશશો તો એથી ઊંડું થશે. તમને ઉબજીતા લાગશે. એ સમે પણ કોઈ દૃશ્ય પદાર્થમાંથી એ ઉબજીતા આવતી નથી, પરંતુ જે અદૃશ્ય વા કે હવા તમારી ચામડીના દરેક ભાગને સ્પર્શ કરેછે અને જેની ગરમી તમે એ વેળા ઓરી લોછો તેમાંથી આવેછે.

૪૭. ત્યારે હવા કોઈવાર બિની અને કોઈવાર ઠાઠી હોયછે, તથાપિ તે ખિતકુલ અદૃશ્ય રહેછે. ઉબજીતામાપક યંત્ર, (એવિષે પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ૫૨ મી કલમમાં સમજૂતી આપીછે) વડે ઉબજીતા અને શીતળતાના જૂજ વિકારોનું પણ આપણે માપ કરી શકીએ છીએ. એ વિકારો અતિશય લાગ-હીવાળી ચામડી પણ પારખી શકતી નથી.

૪૮. હવે વાતાવરણ એક વેળા ગરમ અને ખીજી વેળા ઠંડું હોયછે તેનું કાણુ શું ? ઉબજીતા ક્યાંથી આવેછે ? અને એ ઉબજીતાનું શોષણ વા શી રીતે કરેછે ?

૪૯. ધરના દૃષ્ટાંતપર આપણે પાછા જઈએ. શીઆળામાં

બહારનો વા હાડકાં કોરે એવો ઠંડો હોયછે ત્યારે ધરની અંદરનો વા ગરમ અને ખુશકારક હોયછે, કેમકે તેમાં સગડી અને ચૂલા સળગાવી રાખવામાં આવેછે. કાચલા અને લાકડાં બળવાથી ગરમી પેદા થાયછે તેણે કરીને વા ગરમ થાયછે. ધરમાંના વામાં બહારના વાથી ગરમી વધારે છે તેનું કારણ એ કે ત્યાં બળતા પદાર્થમાંથી ગરમી નીકળેછે.

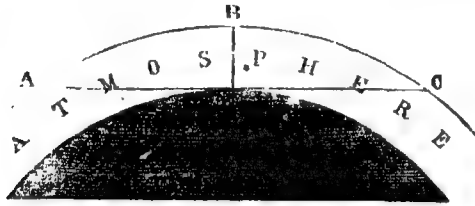
૫૦. ઉષ્ણ પદાર્થમાંથી જે ગરમી નીકળેછે તેને લીધેજ બહારનો વા ગરમ થાયછે. બિનાળામાં ખડુ તાપ પડેછે તેનું કારણ એજ છે. એ સમજી ગરમી સૂરજમાંથી આવેછે. તે મહા પ્રચંડ તપેલો ગોળો છે, ને તેમાંથી નીકળી સમજી દિશામાં ઉષ્ણતા સદા પ્રસરેછે.

૫૧. પરંતુ સૂર્યમાંથી પૃથ્વીપર હમેશા ઉષ્ણતા આવેછે ત્યારે કોઈવાર હવા ઠંડી હોયછે તેનું શું કારણ ? તમારી અને બળતી સગડીની વચ્ચે પડેલા રાખજો તો તેમાંથી આવતી ગરમી થોડીક ઓછી થયેલી તમને ઝટ લાગશે. તડકા પડ્યો હોય તેવારે થોડીવાર તમારો હાથ તેમાં ખુલ્લો રાખો, અને પછી સૂરજ અને તમારા હાથની વચ્ચે ચોપડી ધરો. પહેલાં તો તમારા હાથની આમડી બિતી થશે, પણ છાયામાં હાથ રાખ્યો એટલે ઓછી ટાઢી પડશે. સૂરજમાંથી આવી તમારા હાથપર જે ગરમી પ્રત્યક્ષ પડતી હતી તેને ચોપડીએ વચમાં આવી ખાળી. સૂરજના તાપને આપણી ભણી આવતાં અટકાવનાર કોઈ વસ્તુ આડે આવેછે ત્યારે વાતાવરણ શીતળ થાયછે.

૫૨. સૂરજના તાપને વાદળાં રોકેછે. તડકા પડ્યો હોય તેવામાં સૂરજ અને પૃથ્વીની વચ્ચે વાદળાં આવેછે ત્યારે ગરમી ઓછી લાગેછે, અને વાદળાં ખસી જઈ પાછો તડકા પડેછે કે તરતજ આગળ જેટલો તાપ લાગેછે.

૫૩. સૂર્યની કેટલીક ઉષ્ણતાનું તો વાયુ શોષણ કરેછે, અને જે વામાં ઘઈને એ ઉષ્ણતા આવે તે વાની બિડાઈ જેમ વધારે તેમ તેનું શોષણ વધારે. એ સિવાય ઉષ્ણતાનાં કિરણ જેમ

ત્રાંસાં હોય તેમ તેઓ નિર્મળ હોયછે. ઉદાહરણ, અપોરે સૂરજ આકાશમાં જાયો હોયછે. એ વેળા તેનાં કિરણ (ત્રીજી આકૃતિમાં B આગળ ખતાવ્યા પ્રમાણે) ઓજમાં ઓજાં ત્રાંસાં હોયછે, અને વળી વાતાવરણની થોડામાં થોડી ઘાડાઈમાં થ-



આકૃતિ ૩-સૂર્યનો તાપ પટાકવામાં જુદી જુદી જાડાઈના ગુણાવરણની અસર. A. સવારે સૂર્યનાં કિરણની લીટી. B. અપોરે કિરણની લીટી. C. સર્યાસને કિરણની લીટી.

ઈને આવેછે. અપોરે પછી તે નીચો ઊતરતો જાયછે તેમ તેમ તેનાં કિરણ વધારે વધારે ત્રાંસાં થતાં જાયછે અને વળી વાતાવરણની વધતી જતી જાડાઈમાં થઈ આવેછે (ત્રીજી આકૃતિમાં C આગળ ખતાવ્યા પ્રમાણે). એ કારણથી સવારે સાંજ કરતાં અપોરે વધારે તાપ લાગેછે.

૫૪. રાત્રે સૂરજનું અન્વવાળું ન હોવાથી છાયામાં રહેલા પૃથ્વીના ભાગપર તેનો તાપ પ્રવક્ષ પડતો નથી. એ ભાગપર તેનો તાપ પડતો નથી એટલુંજ નહિ. પણ વળી તે ભાગમાંની ગરમી નીકળી શ્રીતળ આકાશમાં જાયછે (૫૯ મી કલમ જુઓ). માટે દહાડા કરતાં રાત્રે ઓછો તાપ હોયછે ને વધારે ઠાંડ હોયછે.

૫૫. વળી આ દેશમાં શિયાળા કરતાં ઊનાળામાં સૂર્ય અપોરે આકાશમાં વધારે જાયો કે લગભગ માથાપર હોયછે. તેનો તાપ ઓછો ત્રાંસો આવેછે અને વાતાવરણની ઓછી જાડાઈમાં થઈને આવેછે તેથી શિયાળા કરતાં ઊનાળામાં વધારે તાપ લાગેછે. શિયાળામાં તો અપોરે પણ સૂરજ છેક માથાપર આવતો નથી.

૫૬. એ પરથી સ્પષ્ટ દેખાય છે કે આપણને સૂરજમાંથી ગરમી મળે છે, અને આપણી અને તેની વચ્ચે કાંઈ વસ્તુ આડે આવે છે ત્યારે ઓછો તાપ લાગે છે અને ઠંડક થાય છે.

૫૭. તો પણ એકલા સૂર્યના પ્રત્યક્ષ તાપ ઉપર આપણી ગરમીનો આધાર હોય તો સૂર્યપ્રકાશ રહે તેટલીજ વેળા તાપ લાગે. વાદળાં હોય તે દિવસે અતિશે ઠાઠ વાય, અને રાત્રે તો રોજ હિમ પડે. પરંતુ એમ થતું નથી. વાદળાં હોય છે તે દહાડે પણ તાપ લાગે છે; અને ખારે માસ રાત્રે ઠાઠ વાતી નથી એ તમે જાણો છો. સૂરજની ઉભયતા ભરી રાખવાની કાંઈ યુક્તિ હોવી જોઈએ કે તેનો પ્રકાશ ન હોય ત્યારે પણ આપણે તેમાંથી લેઈ શકીએ.

૫૮. આગળના જેવું એક ઉદાહરણ લઈએ. પાટલાને ખળતા ચૂલા આગળ બિભો કરશો કે સળગેલી સગડી ઉપર તથો મુકશો તો તે એટલો બિભો થઈ જશે કે તમે તેને ભાગ્યે અડકી શકશો. એ તપેલા પાટલાને કે તવાને ઓરડામાં દૂર લઈ જશો તો તે ઝટ ઠાઠો પડી જશે. એમ ચૂલાની કે સગડીની કાંઈક ગરમી પાટલાએ કે તવાએ શોષી અને પછી પાછી બહાર કહાડી.

૫૯. એ રીતે બિનાબામાં જમીન તપે છે; પૃથ્વીના કાંઈ ભાગોમાં તો વરસમાં કેટલાક માસ જમીન એટલી તપી જાય છે કે તેપર પગ મૂકી શકાય નહિ. જમીન અને પથરા ગરમીનું શોષણ ઝટ કરે છે, અર્થાત્ ઝટ તપી જાય છે, અને ઝટ ઠંડા પડી જાય છે. સૂર્યના તાપને લીધે તેઓ તપે છે ત્યારે તેમના સંસર્ગથી વા બિભો થાય છે, અને તેઓનાથી વધારે વાર ગરમીને રોકી રાખે છે, તેથી ઠંડા દેશોમાં પણ રાત્રે જમીન અને પથરા ખરફ જેવા ઠાઠા થાય છે ત્યારે જરાક ઊંચેની હવા એટલી ઠંડી હોતી નથી. એથી બિલકુલ બોંય તળિયું ઠંડું હોય છે ત્યારે તેને લાગેલી હવાને તે ઠાઠી કરે છે. જમીન ગરમીને ઝટ નીકળી જવા દે છે, તેથી ઘણી ગરમી રાત્રે પૃથ્વીમાંથી ની-

કળી તારાવાળા શીતળ આકાશમાં જાયછે. પરંતુ વાતાવરણમાં પુષ્કળ પાણીની વરાળ (ક્રમ ૪૩) છે તે એ ગરમીના ફટલાક ભાગનું શેષણ કરતી ન હોત તો ઘણી વધારે ગરમી એમ નીકળી જત. ઊડી જતી ઉષ્ણતાને વરાળ રોકેછે. જે દેશોના વાયુમાં વધારે ભેજ હોયછે તે દેશોમાં રાતે જલ્દી ટાઢક લાગેછે તેના કરતાં જે દેશોની હવામાં ઓછી વરાળ હોયછે ત્યાં થોડી ટાઢ જણાયછે, તેનું કારણ એજ છે. ગરમ દેશોનો વા વધારે સૂકા હોયછે, એટલે તેમાં વરાળ ઓછી હોયછે. માટે ત્યાં રાતની વેળાએ મુકાબલે ઓછો તાપ હોયછે. એજ પ્રમાણે વાદળાં ગરમીને જતી અટકાવેછે; માટેજ શિયાળામાં નિર્મળ રાત્રિ કરતાં વાદળાંવાળી રાત્રિએ ઓછી ટાઢ વાયછે, અને ઊનાળામાં ધામ વધારે હોયછે.

૬૦. માટે પૃથ્વીના ગૃહના ગરમ કે ઠંડા ભાગપર વાતાવરણ હોયછે તે પ્રમાણે તે ઉષ્ણ કે શીતળ હોયછે; અને પોતાનામાં રહેલી પાણીની વરાળથી એ ગરમીને અચ્ચી સઘન ગણેછે અને પ્રસારેછે. એમ થતું ન હોત તો પૃથ્વીપર ફટલીક વખત અતિશે તાપ અને ફટલીક વખત બેહદ ટાઢ પડત.

૩. વા ગરમ થાયછે અથવા ટાઢો પડેછે

ત્યારે શું બનેછે—પવન કે વાયરો.

૬૧. ઊના ગૃહને અડનાર વા ઊનો થાયછે; ટાઢ મૃદને અડનાર વા ટાઢો થાયછે. વાના ઉષ્ણમાનની ભિન્નતા ઉપર એટલે તે ઓછો કે વધારે તપે તે ઉપર પવન કે વાયરાની ઉત્પત્તિ વગરેનો આધાર છે.

૬૨. ટાઢ વા કરતાં ગરમ વા હલકા હોયછે. ઉષ્ણતાથી પદાર્થો ધૂલેછે એ તમે શીખી ગયા (પદાર્થવિજ્ઞાનના પ્રથમ પુસ્તકની ક્રમ ૪૯). તાપથી વાના એ પ્રમાણે ફૂલવાથી એટલે તેના રજકણોની વચ્ચેનો અંતર વધવાથી ટાઢ વા કરતાં

તે ઓછો ધાડો એટલે ઓછો ભાર થાયછે. શીતળ વાયુના રજકણ એક એકની વધારે પાસે હોયછે. ધાડાઈની આ ભિન્નતાનું પરિણામ એ થાયછે કે હલકો ઊનો વા જીંચે ચઢેછે, અને ભારે ટાઢો વા નીચે બેસેછે. આ બિના પ્રયોગવડે તમે ઝટ સમજી શકશો. તવેયો લેઈ તેનું ચપટું પતું લાવઓળ થાય ત્યાંસૂધી દેવતામાં તપાવો. પછી તેને બહાર કહાડી તપેલા વૃક્ષથી થોડા ઇંચને છેટે છેક પાતળા ફાગળના કે પીજી ફાઈ હલકી વરતુના નાના પાતળા કડકા ધરશો તો તેઓ તુરંત વામાં ઊડી જશે. એમ થવાનું કારણ એ છે કે એ તવેયાનો ગરમ થયેલો વા જીંચે ચઢેછે અને તેની જગ્યાએ ટાઢો વા આવેછે, ને ગરમ થાયછે એટલે તે પણ જીંચે ચઢેછે. જેમ જેમ એ તવેયો ટાઢો પડેછે તેમ તેમ વાના ઊપલા પ્રવાહનું જોર નરમ પડેછે અને આખરે તેનું અને આસપાસના વાનું ઉજામાન સરખું થાયછે ત્યારે તે પ્રવાહ બંધ પડેછે.

૬૩. એજ મુળતત્ત્વના આધારે ઇંગ્લાંદમાં ચૂલા બનાવે-છે. તેને મથાળેથી દેવતા સળગાવતા નથી, કેમકે તેમ કીધાથી નીચેથી જોઈએ તેટલો પવન આવી શકતો નથી માટે તે બુબ-ઈ જવાનો સંભવ છે. ભીંતમાં ભોંયતળીએ મોટા ગોખ હોયછે તેમાં કાંઈક જીંચે કાકડો કે દેવતા મૂકેછે; એની ઉપર ધૂમાડીઉં હોયછે. સળગવા માંડેછે કે તુરંત તે ઉપરનો વા તપી જીંચે ચઢવા માંડેછે, અને તેની જગ્યાએ ઓરડામાંનો ટાઢો વા બેસેછે. સળગેલા કાચલાની ઉપરની હવા વધારે ગરમ અને હલકી થઈ ધૂમાડાને અને ગ્યાસોને સાથે લઈ ધૂમાડી-આને રસ્તે તે જીંચે જાયછે. ખેસવા સૂવાના ઓરડામાં પણ એવા ચૂલા સળગાવવાની એ દેશમાં શિયાળામાં જરૂર પડેછે. એ તાપણું પુરાકારક લાગેછે, તોપણ તેમાંથી નીકળતી સધ-

૧. એ દેશમાં લાકડાંને કેકાણે ખનિજ કાચલા (કોલસા) બાળેછે.

૨. ચૂલાના ગોખને ઊપલે પાસે મધ્યમાં ધૂમાડો જવાનો નળ હોયછે તે વારે તે આકાશમાં જાયછે.

ળી ગરમી ઓરડામાં હોનારા માણસોને લાગતી નથી એ તમે જાણતા હશો. ધણી ઉજાણતા તો ધૂમાડીઆમાં થઈને ઉપર આકાશમાં જાયછે; જતાં દીવાજોને ગરમ કરેછે, ને જપગંત વધે તે નીકળી જઈ બહારના વાને ગરમ કરેછે.

૬૪. એમ જે નાનો ખનાવ ઘરમાં ખનેછે તેવોજ ખનાવ મોટા પાયાપર આખી પૃથ્વી ઉપર ખનેછે. ૫૦ મી કલમમાં તમે વાંચી ગયા કે પૃથ્વીને જે ઉજાણતા અને પ્રકાશ મળેછે તેનું મોટું મૂળ સૂરજ છે. વામાં થઈને સૂરજનો તાપ આવેછે ત્યારે તેથી વા થોડોજ ગરમ થાયછે. ઉજાણતા વામાંથી આવી પૃથ્વીના પૃષ્ઠને ગરમ કરેછે. તમને ખબર છે કે જિનાજાનો તડકા મોઢાપર પડે તો દઝાય એટલો જિનો હોયછે, પણ તડકા જાતે રપસી કરે નહિ માટે માત્ર પાતળો કાગળ તમારા માથાપર ધરશો તો તડકાથી દઝાશે નહિ; આસપાસનો વા તો તેનો તેજ છે. સૂરજનાં પ્રત્યક્ષ કિરણો લાગવાથી જેટલો તાપ લાગેછે તેટલો તાપ જે વામાં થઈને આવેછે તેથી નથી લાગતો. વા કિરણોની થોડી ગરમી શોષેછે.

૬૫. સૂરજનાં કિરણ પાણી અને જમીન પેડને તપાવેછે તેથી આપણા ચૂના આગળ જે વિકાર આપણા દીઠામાં આવેછે તેજ વિકાર વાતાવરણમાં થાયછે. તપેલી પૃથ્વીના પૃષ્ઠને અડેલો વાયુ તપેછે. તપવાળી હલકો થાયછે માટે જોયો ચઢેછે, અને તેની જગ્યાએ આસપાસની ઠંડી હવા આવેછે. વાના આ પ્રવાહને પવન કે વાયરો કહેછે.

૬૬. વાયરો શી રીતે નીકળેછે તે નિહાળવું સહેલું છે. એ નિરખવાને કોઈ સમુદ્રની પાસેનો પ્રદેશ લઈએ. જિનાજામાં ખપોર થવા આવેછે ત્યારથી જિનો જૂખર પવન વાવા માંડેછે ને જેમ તાપ વધતો જાયછે તેમ પવન વધારે જિનો આવેછે. એને જૂખર કહેવાનું કારણ એ કે તે તપેલી જમીન પરથી આવેછે. દહાડો આથમેછે એટલે એ ગરમ વાયરો બંધ પડી દરિયાપરથી મુખકાગક ટાઢી લહેરો આવેછે. આ ફરફાર સાગર અને જમીનના અસમાન તપવા અને ઠાઠા પડવાનું પરિણામ છે.

૬૭. એમ શી રીતે બને છે તે હવે સમજાવે. ઊનાળામાં સૂરજના તાપથી પથરા, જમીન, તથા ખીજ ભાગો અતિશે તપે છે; પણ એ સમયે કાંઈ દિવસ દરિયામાં નહાશો તો તેનું પાણી તમને ઠંડું લાગશે. એ ઉપરથી દેખાય છે કે સાગર કરતાં જમીન વધારે ઉતાવળી તપે છે. ધરતી પર દિવસે એટલો તાપ લાગે છે, પણ રાત્રે સાગર કરતાં તેની સપાટી વધારે ઠાંડી થયેલી દેખાય છે, ક્રમકે દરિયા કરતાં જમીનમાંથી ગરમી વહેલી નીકળી જાય છે. દિવસે જમીન વધારે તપવાથી તે ઉપરનો વા તપે છે ને તેથી ઊનો વાયરો વાય છે. સાંજ સૂઈમાં એ ખડુ તપીને હલકા થયાથી જીએ ચઢે છે, અને તેને ઠંડાણે દરિયા પરનો ઓછો તપેલો, વધારે ભારે ને ભેજવાળો પવન આવે છે તે મઝાનો શીતળ લાગે છે.¹

૬૮. આપણી નિશાળોનો પૃથ્વીનો ગોળો લેઈ તે પર માંડેલી લીટીઓ જુઓ. એ ગોળાની વચ્ચે (પૂર્વ પશ્ચિમ દિશાએ) બે ધ્રુવથી સરખે અંતરે ને સૌથી વધારે દૂરેલા ભાગની આસપાસ લીટી દોરી છે. એ લીટીને વિષુવવૃત્ત કહે છે. એ લીટીવડે ગોળાના બે સમાન ભાગ એટલે બે અર્ધ ગોળ થયા છે, પૃથ્વીના ને ભાગ પર થઈને એ લીટી જાય છે તે પર અને તે લીટીની બે બાજુએ થોડા અંતર સૂઈ આખું વરસ સૂરજ અતિશય તપે છે, ને તેથી ત્યાંની હવા ખડુ જરમ થઈ જાય ચઢે છે. પણ એ મધ્યભાગ પરની ઉજળુ હવા વાતાવરણમાં જાય જાય છે તેવો જ ઉત્તર દક્ષિણમાંથી શીતળ વાયુ તેની જગ્યાએ આવે છે. એ રીતે વિષુવવૃત્તના પ્રદેશોમાં વાનો નિરંતર પ્રવાહ ચાલ્યાં કરે છે. એ પ્રમાણે ઉત્પન્ન થતા પવનનું નામ વ્યાપાર વાયુ પાડ્યું છે. એ

૧. હાડે દરિયાનો પવન આવે પણ દરિયાથી દૂર જતાં સૂરજના તાપથી તપી ઊનો લાગે. એટલે વેશાળના સખત તડકાના દિવસમાં પવન ઉત્તરથી બપોર વાય છે તેડું કારણ એ તાપ છે. જ્યેષ્ઠ આષાઢ (જૂન જુલાઈ) માં આપણા દેશમાં વાતાવરણ એટલું તપે છે કે હિંદીમહાસાગરનો પાણી ભરેલો પવન દોડી આવે છે ને તે જીએ ચડી ઠાંડો પડવાથી વરસાદ વરસે છે. ભા. ૬.

પર્વન સદા વાયછે અને તેથી વેપારે જનારાં સફરી વહાણોને તેની મદદ નિશ્ચિત હોવાથી તેનું એ નામ યૂરોપી વહાણવટી-ઓએ પાડયુંછે.

૬૯. પૃથ્વીના બધા ભાગપર એમ નિયમિત વાયરો હોતો નથી. ઉદાહરણ, મંગલાંડમાં પવન એટલો બધો નિયમિત નથી. નકરામાં બેઠે પૃથ્વીની સપાટીપર ઘ્રિતન દેરાનું સ્થળ લક્ષમાં લેશે તો ત્યાં પવન અનિયમિત હોવાનાં કુટલાંક દેખાઈતાં કારણ તમારા સમજવામાં ઝટ આવશે. એની પ્રથમે વિશાળ અત્લાંતિક મહાસાગર આવેલોછે; પૂર્વે સાંકડા અને છાછર ઉત્તર સમુદ્રની પેલીમર યૂરોપ અને એશિયાખંડની વિશાળ બુમિ આવી-છે. ઉત્તરે વધારે ઠંડા દેશો અને સમુદ્રો આવેલાછે, અને દક્ષિણે વધારે ઉષ્ણ દેશો અને સાગર પડેલાછે. માટે એવાં સૂરજનો તાપ ભિન્નભિન્ન રીતે ગ્રહણ કરનારાં પૃથ્વપરથી જે વાયરો આવે તે કાંઈવાર ટાઢો હોય ને કાંઈવાર ઊનો હોય એ સદજ સમજાયછે.

૪. વામાંની વરાળ. બાષ્પભવન અને સંકોચન,

એટલે વરાળનું થવું અને સંકોચાવું.

૭૦. ૪૧ મી કલમમાં કહ્યુંછે કે વરાળ એ વાતાવરણનો એક મુખ્ય ભાગ છે. તો એ વરાળ વામાંથી રીતે મળેછે અને તેમાંથી કેવી રીતે છૂટી પડેછે તેની તપાસ પહેલી કરીએ. પાછળ તમારા જોવામાં આવ્યું તેમ આ ઠંડાણુ તમે જોશો કે વિદ્યામા મહાન્ વિષયો જાણીતી વસ્તુઓનાં દૃષ્ટાંતવડે સહેલથી અને ઝટ સમજાયછે.

૭૧. ઊનાળાના પુષ્કળ તાપના દિવસમાં વા સૂકા એટલે વરાળ કે ભેજ વગરનો હશે એમ તમે ધારશો, પરંતુ મોટું કાચનું પ્યાલું અથ્થું પાણીથી ભરો ને તેમાં બરફનો મોટો કકડો મૂકો ને શું થાયછે તે જુઓ. તે પ્યાલાની બહારની કાંચી બાજુએ ઝાકળની ત્રીણી છાંતી બાંઝેલી તુરત દેખાશે. થોડી વારમાં તે

છારીમાં પાણીનાં ઝીણાં બિંદુ ધરો, અને તેઓમાં વધારો થવાથી અંતે રેલા ઊતરશે.

૭૨. વળી શીત દેશોમાં અતિશે ઠાઠ પડતી હોય તે રાતે જે ઓરડામાં બહુ માણસ મળ્યાં હોય તેની પાસે ઓના કાચની અંદરની બાજુએથી એટલે ઓરડામાંને પાસે પાણીના રેલા વહેછે.

૭૩. હવે એ પાણી ક્યાંથી આવેછે? બેશક કાચમાંથી આવતું નથી, પણ વામાં પાણીની વરાળ હોયછે તેમાંથી આવેછે. દેખાઈતી ઝાકળ કે ધૂમસને માટે વરાળ રાખ્દ ઘણીવાર વપરાયછે; પરંતુ દેખાઈ શકે એવા રૂપને વિદ્યામાં વરાળ કહેતા નથી. પાણીનું જે રૂપ મુદ્દલ દેખાતું નથી તેને વિદ્યામાં વરાળ કહેછે. વામાં તે ભરપૂર હોયછે ત્યારે પણ હમિશા અદૃશ્ય હોયછે; તેનું પાછું પાણી બનેછે ત્યારેજ તે નજરે પડેછે.

૭૪. વામાં મળી ગયેલી અદૃશ્ય વરાળ ધૂમસ, વાદળાં, ઝાકળ કે વરસાદના રૂપે દેખાયછે ત્યારે તે ઠરી કે થીજી ગયેલી હોયછે. વરાળના એમ ઠરી જઈ પાણી થવાની ક્રિયાને સંકોચન કહેછે.

૭૫. વાયુની ઉબળુતાનાં પ્રમાણમાં તેમાં ઓછી વગ્ની વરાળ રહી શકે. ઠંડી હવા કરતાં ગરમ હવામાં વધારે વરાળ રહી શકેછે. આ તમે સરળ રીતે ખતાવી શકો. તમે શ્વાસ લોછો તે વેળા દરેક શ્વાસે પાણીની થોડીક વરાળ બહાર નીકળેછે; વા ગરમ હોયછે ત્યારે તે અદૃશ્ય વરાળ મોંમાંથી બહાર નીકળતાં વારને બહારના વામાં ભળી જાયછે, અને તેમાં મળેલી રહેછે. પરંતુ તમારા મોંમાંથી શ્વાસ નીકળે તેને ઠાઠો પાડશો તો એ વરાળનું પાણી થયેલું તમારા દીઠામાં આવશે. ઉદાહરણ, આરશી (કે બીજા કોઈ શીતળ પૃષ્ઠ) ઉપર શ્વાસ મૂકશો તો તમારા મોંમાંથી નીકળેલી વરાળ કાચઉપર ધૂમસની છારીના રૂપમાં તુરત દેખાશે, કેમકે મોઢામાંથી નીકળેલો વા તે ઠાઠા પૃષ્ઠ આગળ શીતળ થવાથી બધી વરાળ રાખી શકતો નથી, તેથી તેમાંની વરાળનો

કેટલોક ભાગ સંક્રાન્તિ એટલે ઠરી જઈ દેખાયછે. આસમાં નીકળતા વાની વરાળ જોવા સારૂ શિયાળામાં સવારે ખડુ ટાઢ હોય તેવારે આરશીની ગરજ પડતી નથી, કારણુ કે મોંમાંથી જેવી વરાળ નીકળી કે તુરત આસપાસના ઠંડા વાને લીધે ઠરી જાયછે અને ખારીક વાદળું કે ધૂમસ ખની દેખા દેછે.

૭૬. વાયુ ઠંડા પડેછે ત્યારે વરાળ રાખવાની તેની શક્તિ ઘટેછે. જે ઉષ્ણતાએ તેમાં ભળેલી વરાળ તે ધારણુ કરી શકેછે તે ઉષ્ણતા કરતાં તે વધારે શીતળ થાયછે ત્યારે તેમાંની વધારાની વરાળ ટાઢકથી સંક્રાન્તિ દૃશ્ય થાયછે. જેટલી ઉષ્ણતાએ એ પ્રમાણે થાયછે તેટલી ઉષ્ણતા અતિસેચન કે ઝાક-ળસ્થાન કહેવાયછે (૮૫ મી કલમ જુઓ).

૭૭. વાતાવરણમાં બધે વરાળ હોયછે તેપરથી કાંઈ પૂછે કે વરાળ તેમાં શી રીતે જાયછે, અને ક્યાંથી જાયછે ? રકાખીમાં કે થાળીમાં થોડું પાણી રેડી તેને ખુલ્લી હવામાં મૂકશો તો તેમાંનું પાણી એક બે દિવસ કડે ઓછું થયેલું દેખાશે. ઓછું થયું તે વાએ શોષી લીધું અને વધારે વખતસૂધી તે રકાખીને કે થાળીને ત્યાંજ રહેવા દેશો તો બધું પાણી વા શોષી લેશે, અર્થાત્ સૂકાઈ જશે. જેમ એ થોડું પાણી સૂકાયું તેમજ આખી પૃથ્વીના પૃથ્વ ઉપરના પાણીની સપાટીપર, દરેક નદી, નાળા, સરોવર, અને મોટા સાગરપરથી તે સૂકાયછે. પાણીની વરાળ નિરંતર થયાં કરેછે, અને વાયુ તેને લઈ રાખેછે. પાણીના આ સૂકાવાને વરાળ થયું કે વ્યાપ્તલવન કહેછે.

૭૮. ટાઢ વા કરતાં ગરમ વામાં વધારે વરાળ રહી શકેછે, માટે રાત કરતાં દિવસે, અને શિયાળા કરતાં જિનાળામાં વ્યાપ્તલવનનું જોર વધારે હોયછે. રસ્તે છાંટેલા પાણીનું સૂકાવું જુદે જુદે વખતે થીમું કે ઉતાવળું હોયછે તે તમારા જોવામાં ધણીવાર આવ્યું હશે. સખ્ત તડકા પડેછે ત્યારે કલાક બે કલાકમાં પાણી છાંટેલા રસ્તા સૂકાઈ જાયછે, અને તડકા મંદ હોયછે ત્યારે સવારનું છાંટેલું પાણી સાંજે પણ પૂરું સૂકાયું હોવું

નથી; શિયાળામાં પાછલે પહોરે છાંટ્યા પછી પાછા સવારમાં છાંટેછે ત્યારે કાદવ થાયછે. તાપના દિવસમાં તપેલો વા પાણીની વરાળને ઝટ અને મસ શોષી લેછે, અને ટાઢની રતમાં શીતળ વા વરાળનું શોષણ હળવું અને થોડું કરેછે.

૭૯. વળી કારે દિવસે બાષ્પભવન ઉતાવળ થાયછે, કેમકે વાતાવરણમાં વાયુરૂપે નેટલી વરાળ રહી શકે તેટલી પૂરેપૂરી હોતી નથી. પરંતુ વરસાદના દિવસમાં અમુક ઉજાતાએ નેટલી વરાળ વામાં રહી શકે તેટલી હોયછે ત્યારે બાષ્પભવન છેક થોડું હોયછે અથવા ખિલકુલ બંધ પડેછે. તાપની મોસમમાં ધોળીનાં જૂગડાં ઉતાવળે સૂકાયછે અને ચોમાસામાં વાર લાગેછે તેનું કારણ એ કે એ ઋતુઓમાં વાતાવરણની વરાળ શોષવાની શક્તિ સરખી નથી. કાંઈ દિવસે વરાળનું શોષણ વાયુ ઉતાવળે કરેછે તેથી જૂગડાં ઝટ સૂકાયછે. આકાશ નિર્મળ હોયછે અને પવન વાયછે ત્યારે એમ બનેછે, કારણ કે દરેક જાણે તાજે વા જૂગડાંને અડી તેમાંની વરાળ લેઈ લેઈ ચાલતો થાય-છે અને તેને ઠંડાણે ખીજે તરસ્યો વા વરાળરૂપી પાણી પીવા આવેછે. ને દિવસોમાં વામાં ભેજ ધણો હોયછે તે દિવસોમાં તે ધરાયલો એટલે વરાળથી ભરપૂર હોયછે, તેથી વધારે વરાળ ભાગ્યે લઈ શકેછે ને તેથી સવારે સૂકાવા નાખેલાં જૂગડાં સાંજે પણ બીનાં કે હવાયલાં હોયછે.

૮૦. પાણીની વરાળ થાયછે ત્યારે તેમાંની થોડીક ગરમી વરાળની જોડે જતી રહેછે. તમારા હાથને પોચે પાણી ઓપડી તેને સૂકાવા એટલે વરાળ રૂપે ઊડી જવા દો; તમને ટાઢક લાગેછે તેનું કારણ એ કે તમારી ચામડીની થોડીક ગરમી વરાળ પોતાની જોડે લેતી જાયછે. વરાળ સંકોચાયછે ત્યારે એમ લઈ લીધેલી ગરમી પાછી વાને આપી દેછે.

૮૧. એમ તમે શીખ્યા કે વામાં પાણીની અદૃશ્ય વરાળ છે. એ વરાળ નૈત્રોજન અને ઑક્સિજનના જથ્થાની જોડે સર-આવતાં બહુજ થોડી છે, તોપણ વાતાવરણનો આખો સમૂહ

લેતાં અતિ વિશેષ છે; એ વરાળ આખી પૃથ્વીના જળના પૃષ્ઠ પર આગ્નિજ્વલનથી એટલે સુકાવાથી ખતી જાયે ચઢેછે, અને સંકોચન પામવાથી એટલે ઠરી જવાથી પ્રવાહી રૂપે પાછી આવેછે.

૫. ઝાકળ, ધૂમસ, અને વાદળાં.

૮૨. શીઆળામાં સૂરજ આયમ્યા પછી ધણીવાર ધૂમસ દેખીએ છીએ, અને સવારે ઝાકળથી ઘાસ, ઝાડનાં પાંદડાં, વગેરે ભીનાં ને પાણીનાં ટીપાંવાળાં જોવામાં આવેછે. વાદળાં ખનેછે, ને વિખેરાઈ જાયછે, ફરી ખનેછે, વામાં દોડેછે, તેમનો આકાર અને કદ બદલાયછે, તે તમે ધણીવાર જોઈ શકોછો. વરાળના સંકોચનનાં એ સમયનાં દૃષ્ટાંત છે. એ ક્રિયા કૃત્રી રીતે થાયછે તે આપણે તપાસીએ.

૮૩. આપણે ૭૬ મી કલમમાં વાંચી ગયા કે વા શીતળ પડવાથી વરાળનું સંકોચન થાયછે. વરાળ સંકોચાયછે ત્યારે તે એકદમ વહેતા પાણીનું રૂપ ધારણ કરતી નથી. ગ્લાસના પાણીમાં ખરફ નાખ્યાથી ગ્લાસ શીતળ થાય ત્યારે તેની બહારને પાસે પ્રથમ તો ઝાકળનું પાતળું પડ બંધાયછે, અને પછી ધીમે ધીમે નીતર્યા પાણીનાં ટીપાં બાજેછે ને રેલા ગતરવા માંડેછે. ઝાકળ કે ઓસ એ પાણીના અતિ ઝીણા કણ છે. એ કણ એકઠા થાયછે એટલે ટીપાં ખનેછે. ગ્લાસની બહારની બાજુએ થાયછે તેમજ સૃષ્ટિમાં મોટા પ્રમાણમાં ખનેછે. વરાળ સંકોચાયછે ત્યારે પ્રથમ ઝાકળ રૂપે દેખા દેછે. વા ટાઢો પડવાનું એ પરિણામ છે; મારે ઝાકળ કે વાદળું ખનતું જોવામાં આવે ત્યારે અનુમાન કરવું કે જ્યાં તે ખનેછે ત્યાં વાયુ ટાઢો થવા લાગ્યોછે.

૮૪. ઓસ.—સંધ્યાકાળે કે રાત્રે ઘાસ, પાંદડાં, પાણી, વગેરે વસ્તુઓ પર જે ભીનાશ દેખાયછે તેને ઓસ કહેછે. ઝાડનાં પાંદડાં પર ઓસનાં ચળકતાં ટીપાં અને કરોળીઆના તાં-

તાણા જેવા ઝીણા રેલા તમે પરોઢીઆમાં ધણીવાર જોયા હશે. એ પાણી પાંદડાંમાંથી કે પાહાણામાંથી નીકળતું નથી. ગ્લાસ-માં ખરફ નાખવાથી તે ટાકું પડ્યું તેથી તેની બહારને પાસે લાગેલો વા ટાકો પડવાથી તે વામાંનો ભેજ તેપર જણાયો તેમ-જ એ ઓસ વાતાવરણમાંનો છે. વા ટાકો પડવાથી તેમાંની વરાળની ઝાકળ થાયછે, ને તે ઘાસ પાંદડાં વગેરેપર જામે તેને ઓસ કહેછે.

૮૫. રાત્રે વાદળાં નથી હોતાં ત્યારે પૃથ્વીમાંથી ગરમી ઉ-તાવળી બહાર નીકળેછે; એટલે પૃથ્વીપર આખો દિવસ સૂર્યમાં-થી ગરમી આવી હોયછે તેનો મોટો ભાગ રાત્રે શીતળ અવકા-શમાં જાયછે (કલમ ૫૯). એથી તેનું પૃષ્ઠ ટાકું પડેછે; રાત્રે પાંદડે કે પથરે હાથ લગાડ્યાથી તે ટાકાં લાગરો. ટાકી પડેલી જમીનની થડમાંના વાનો થર વરાળસંક્રાન્તબિંદુથી વધારે ટાકો થાયછે, એટલે વરાળનું પાણી થાય તેથી વધારે શીતળ થાયછે, તેથી તેમાંની વરાળનું પાણી ઘઈ ઘાસ, ડાળાં, પાંદડાં, પથરા, અને ખીજ વસ્તુઓપર ઝાકળ રૂપે વરસેછે. જેટલી ટાકે એમ વરાળનું પાણી થવા માંડેછે, અર્થાત્ જે ઉબણુમાને વરાળ ઠંડી જાયછે તેને ઝાકળનું બિંદુ કે ઝાકળસ્થાન કહેછે (કલમ ૭૬).

૮૬. ધૂમસ.—પૃથ્વીનું ટાકું પૃષ્ઠ વરાળ સંક્રાન્ત કંરેઈ તે ખીજ ચીતે પર્વતોપર જોવામાં આવેછે. શીતળ પર્વતના શિ-ખરપર બિનો બેજવાળો વા વાયછે ત્યારે શિખરના રપશ્ચી તે ટાકો પડેછે અને તેમાંની વરાળ ધૂમસ કે વાદળાંરૂપે દેખાય-છે. ધણીક વાર પર્વતની ટોચે જાણે બિનની ટોચી પહેરી હોય તેમ તેના આકાર પ્રમાણે વાદળીનો આકાર દેખાયછે, અને તેની આસપાસ ખીજનું એક વાદળું જણાતું નથી. ધણીવાર મ-ળસકામાં એ સ્પષ્ટ દેખાયછે. જેમ જેમ ચડતો પહોરે થતો જાયછે તેમ તેમ સૂર્યના તાપે પહાડની જમીન તપવાથી ત્યાંની હવા ઠંડી પડતી નથી, ને તેથી વાતાવરણમાં ધૂમસ ધીમે ધીમે થાણું શોષાઈ જાયછે. પરંતુ વળી રાત પડેછે અને જમીનમાંની

ગરમી બહાર નીકળી જવાથી તે ટાઢી પડેછે ત્યારે વાયુમાં વાદ્યું બંધાય એટલી વરાળ હોયછે તો પાણું ધૂમસ બનેછે અને ફરીને પર્વતે ઊનની ટોળી પહેરેલી દેખાયછે.

૮૭. ટાઢી જમીન ગરમ વા માંહેલી વરાળનું સંકોચન કરેછે તેમ ટાઢો વા પણુ ગરમ વામાંની વરાળને સંકોચન પમાડેછે. નદીપર જે બનાવ બનેછે તે તમે નિહાળીને જોશો તો આ પ્રકારના સંકોચનનાં દૃષ્ટાંતો તમારા જોવામાં આવશે. સૂરજ આથમ્યા પછી નદીના પાણીમાંની ગરમી નેટલી ઉતાવળથી નીકળી જાયછે તેના કરતાં વધારે ઉતાવળે તેના એક કાંઠાની જમીનમાંની ગરમી નીકળી જાયછે, તેથી નદીનાં પાણીપરનો વા ટાઢો પડેછે તેના કરતાં જમીન પરનો વા વધારે ટાઢો પડેછે. માટે નદીના કાંઠાનો વધારે ટાઢો વા પાણીપરના વાથી વધારે ગરમ અને ભેજવાળા વાને ઠંડાણે જાયછે ત્યારે વરાળ સંકોચન થઈ ધૂમસ બનેછે. એ ધૂમસ રાતે અને પરીઢીએ વહેળા ઉપર ધણીવાર જોવામાં આવેછે.

૮૮. વાદળાં.—પરંતુ વરાળનું મુખ્ય સંકોચન જમીનપર થતું નથી, પણ વાતાવરણમાં થાયછે. જે વાદળાં આપણે નિત્ય જોઈએ છીએ તે બધાં વરાળસંકોચનથી બનેછે. હરકાઈ કારણથી, જેમકે જોયે ચઢતાં વિસ્તાર પામવાથી અથવા વધારે ટાઢો પવન લાગવાથી, વરાળ ભરેલા ઊના વામાંહેલી ગરમી જતી રહેછે ત્યારે તે ટાઢો પડવાથી ધૂમસ બનેછે તેજ વાદ્યું. આકાશમાં જે બનેછે તે તમે નિહાળશો તો ધણીવાર વાદળાં બનતાં જોવામાં આવશે. પ્રથમ નાનું ધોણું ધાણું દેખાયછે. તે ધીમે ધીમે મોટું થઈ પીળાં નાનાં નાનાં વાદળાંનો જમાવ થાયછે, અને છેલ્લે આકાશ બધું વાદળાંથી છવાઈ જઈ વરસાદ વરસેછે. એ રીતે જે વરાળ વામાં ટાઢી પડી સંકોચાયછે તે પૃથ્વીની સપાટીપરના પાણીના બાષ્પભવનથી થાયછે. ઊના વાની જોડે એ વરાળ જોયે ચઢેછે. એ વા જોયે ચઢેછે તેમ તેમાંની ઉજ્જ્વળતા ધટેછે. તેથી, તથા વાતાવરણના વધારે શીતળ થરનો

સમાગમ થવાથી સઘળી વરાળ તે રાખી શકતો નથી; જે તેનાથી રાખી શકાતી નથી તે વધારાનીને છોડી દેછે તેના સંકોચન પામવાથી વાદળાં બનેછે.

૮૯. ઇંગ્લાંદમાં ઊનાળાના દિવસમાં સવારે ધણીવાર આકાશમાં વાદળાં હોતાં નથી. ચઢતો પહોર થાયછે અને પૃથ્વી તપેછે તેમ વધારે વરાળ બનેછે; તપેલા જીવે ચઢતા વાની બેડે એ વરાળ જીવે જઈ ત્યાંના વધારે શીતળ વાતાવરણને મળેછે તેથી ટાઢી પડી તેનાં ધોળાં વાદળાં બનેછે. એ વાદળાં બપોરે અને પાછલે પહોરે જોવામાં આવેછે. સાંજે બાબખબન ઓછું થાયછે; વાદળાંમાં વધારો ન થતાં ધટાડો થવા માંડેછે. મોટાં વાદળાં નાની વાદળીઓ થઈ જાયછે ને તેમાં ધટાડો થતાં થતાં આકાશ બધું નિર્મળ થાયછે. એનું કારણ એ કે વાદળાં બની છેક નીચે ઊતરેછે અને નીચેની એટલે જમીનની થડમાંના ઉષ્ણ વાનો સમાગમ થવાથી તેઓ પાછાં ઓગળી જાયછે. આપણા દેશમાં પણ એ પ્રમાણે થતું કાઠવાર દિનમાં આવેછે. વળી આકાશમાં વાદળાં ફરતાં તમે ધણીવાર જોયાંછે. ઊપલા વાના પ્રવાહમાં તેઓ તણાયાં જાયછે. એ પ્રવાહ જેમ વધારે જખરો ને ઉતાવળો તેમ વાદળાં વધારે વેગે દોડે. દૂરથી આવેલાં વાદળાંથી ધણીવાર બધું આકાશ છવાઈ જાયછે. વામાં રહેલી વરાળની સ્થિતિ નિરંતર ફેરવી રીતે બદલાયછે તે વાદળાંની આવજન નિહાળ્યાથી તમારા લક્ષમાં આવશે. કાઠ વેળા તે ધ્રાડી થઈ જઈ તેનાં વાદળાં બનેછે, ને વળી કાઠ વેળા પાતળી બની જુદા જુદા વાયુપ્રવાહ બેડે ઊડી જઈ અદૃશ થઈ જાયછે.

૯. વરસાદ અને ખરફ ક્યાંથી આવેછે?

૯૦. પૃથ્વીપરની નદીઓ, સરોવરો, અને સાંગરોમાંથી સૂરજના તાપથી અગોચર વરાળ થાયછે તેનું શું બનેછે તે શોધવા તમે નીકળ્યા, અને તમને માલૂમ પડ્યું કે ટાઢી પડવાથી

સંકોચાઈ તે વાદળાં રૂપે ફરી દેખા દેછે. પરંતુ તે વાદળાં આકાશમાં હમેશાં રહેતાં નથી. કોઈવાર તેઓ ઓગળી જઈ અદૃશ્ય વરાળ બનેછે. પણ ઘણીવાર તેઓ ખીજી રીતે અદૃશ્ય થાયછે. પાણી બની જઈ વામાંથી તે પૃથ્વીપર પડેછે, ને તેથી વરસાદ અને ખરફ ઉત્પન્ન થાયછે.

૯૧. વરસાદ.—એ તો તમે સારી પેઠે જાણો છો કે વરસાદ આવેછે ત્યારે હમેશા આકાશમાંનાં વાદળાંમાંથીજ આવેછે. માથે આકાશ નિર્મળ હોયછે ત્યારે વરસાદ વરસતો નથી. ભારે વાદળાંથી આકાશ ભરાઈ જાયછે ત્યારે વરસાદ આવેછે. કાળાં વાદળાં સંકોચાઈ ભારે ઝાપટું નાખેછે તે નજરે પડી શકે તેવું છે. ૭૧ મી કલમમાં ગ્લાસમાંના પાણીમાં ખરફ ચૂકવાનો પ્રયોગ કર્યોછે, તેમાં ગ્લાસની બહારની બાજુએ ઝાકળનો થર ખાઝેછે ને ધીમે ધીમે ટીપાં ખાઝી કાચપર તેના રેલા ચાલેછે એ જોયલું તમને સાંભરતું હશે. હવે તે કાચપર ખાઝેલી ઝાકળ અને આકાશમાંનાં વાદળાં એ બંને વાએ છૂટા પાડેલા પાણીના ખારીક રજકણોનાં બનેછે. એ રજકણોના એકઠા થવાથી ટીપાં બનેછે. ખાલાની બાજુપર તેના રેલા ઊતરેછે, અને વાદળાંમાંથી તેનાં ફેરાં પૃથ્વી ઉપર વચ્ચેના વામાં થઈને પડેછે. માટે વાતાવરણમાં રહેલી પાણીની વરાળનું વધારે સંકોચાવું તે વરસાદ. સંકોચન વધેછે તેમ તેમ વાદળાંના ખારીક રજકણોમાં વધારે પાણી એકઠું થવું જાયછે, અને છેલ્લે પાણીનાં ફેરાં એટલાં ભારે થાયછે કે તેઓ હવામાં વધારે વારં ટકી શકતાં નથી. માટે તેઓ વરસાદનાં ફેરાં તરીકે પૃથ્વીપર પડેછે.

૯૨. હિમ અથવા ખરફ.—વાદળાંનું પાણી વળી ત્રીજે રૂપે પણ પૃથ્વીપર મસ પડેછે. જળ હરે એટલી ઠાઠ હોયછે ત્યારે વરસાદનાં ફેરાંને ઠંડાણે હિમકણ એટલે ખરફનાં ધૂલાં વરસેછે.

૯૩. ખરફ વરસે એટલી ઠાઠ આપણા દેશમાં પડતી નથી, માટે અહીં તે જોવામાં આવતું નથી. બજારમાં જે ખરફ વેચાય-

છે તે આકાશમાં થયેલું એટલે ફૂલ ખરફ નથી. તે જમીન પર બંધાઈ ગયેલું ગચ્છી ખરફ છે. ફૂલ ખરફ ખારણે વરસે તેમાંથી થોડું ઘેર લાવેથી ઝટ ઓગળી જાયછે; એ પાણી ઉધાડું મૂકી છાંડેથી વરાળ થઈને ઊડી જાયછે. ખરફ, પાણી, અને વરાળ એ ત્રણ એકજ પદાર્થનાં માત્ર જુદાં જુદાં રૂપ છે. વાયુ, પ્રવાહી, અને ધન એ ત્રણ રૂપમાં પાણી રહી શકે. ધનરૂપનું દૃષ્ટાંત ખરફ છે.

૯૪. ખટુ ટાઢ પડેછે ત્યારે કેટલેક ઢંકાણે તળાવોનાં પાણી-પર રાત્રે ગચ્છી ખરફની પોપડી બાજેછે. તે કઠણ, પારદર્શક, અને ભગરી હોયછે. ટાઢ જમી રહેછે તેથી નવી પોપડીઓ બાઝતી જાયછે, ને તેની જોડે જૂની પોપડીના કડકા સજડ ઓઠી જાયછે. જેમ ટાઢ વધારે તેમ એ પોપડી વધારે જડી થઈ છેવટે ખાડામાંનું ખડું પાણી ધન થઈ ગચ્છી ખરફ બનેછે. એ પત્થર થયેલા પાણીનો કડકા હાથમાં લઈ જશો તો તે શીતળ, ખરડ, અને પારદર્શક જણાશે. ટાઢ ઓછી હોય ત્યાં લઈ જવાથી ઓગળી જઈ તેનું પાણી થઈ જાયછે; અને વધારે તાપ લાગવાથી એ પાણીની વળી વરાળ બનેછે. પાણી ધન રૂપમાં હોયછે ત્યારે હિમ અથવા ખરફ કહેવાયછે. ફૂલ ખરફ, ગચ્છી ખરફ અને કરાં એ તેના જુદા પ્રકાર માત્ર છે. અમુક ઉજામાન કરતાં પાણી વધારે શીતળ થાયછે ત્યારે તે ઠૂરી જાયછે અથવા તેનું ખરફ (એટલે હિમ) બનેછે, માટે આ ઉજામાનને હિમ-ખિંદુ કે ઠારખિંદુ કહેછે (પદાર્થવિજ્ઞાનની પ્રવેશપોથીની કલમ ૫૧.)

૯૫. તમે એમ ધારતા હશો કે ખરફ નિરાકાર વસ્તુ છે, પરંતુ થોડું ફૂલ ખરફ લેઈ તેની તપાસ કરતાં નીચેના ચિત્રમાં ખતાવ્યા પ્રમાણે તેના આકાર હોયછે. એના ઢગલા તો સ્વચ્છ ધોળા ને અપારદર્શક દેખાયછે, પણ ખરૂં જોતાં તે પાણી જેવું પારદર્શક છે. તેનાં ચળકતાં ખિંદુઓથી એવે પ્રકારે પ્રકાશ પ્રસરેછે કે તે ધોળું દેખાય. ફૂલ ખરફના આકાર પ્રત્યક્ષ જોવા હોયછે ત્યારે

તેનાં એક બે ફારાં કાળી ભોંય (કાળા ડગલાની જાણે ખાંદે) પર મુકે છે તેવારે ઓછો વતો છ કિરણનો પૂર્ણ તારો દેખાય છે. એ છ કિરણ સ્વચ્છ અને પારદર્શક બરફની નાની સળીઓ કે બિલોર



આકૃતિ ૪ થી.—હિમકણનાં રૂપ.

બનેલાં હોય છે. હવામાં ઘઈને પડતાં પરસ્પર અથડાયાથી ભાંગી જાય એવાં એ કામળ હોય છે. તેમના કેટલાક પ્રકાર ૪ થી આકૃતિમાં દર્શાવ્યા છે.

૯૬. વાતાવરણના ઊપલા ચર પાણીના હિમખિંદુ કરતાં વધારે શીતળ છે. એ ધરોમાં વરાળ સંક્રાંતન થાય છે તેમાં વાદળાંનો વૃક્ષાદ બનતો નથી. પૃથ્વીના પૃષ્ઠથી જીએ ચડતા ઉષ્ણ વાયુમાંની વરાળ એ જગ્યા પ્રદેશોમાં ઠરી તેનું પાથરું બરફ બને છે; નાના બિલોરના એકઠા થવાથી બરફનાં ફૂલ બંધાય છે. જીનાળામાં પણ જે સુંદર ધોળી નાની વાદળીઓ છે કે જીએ દેખાય છે તેઓ બરફની બને છે એવું સંભવે છે. પરંતુ ઇંગ્લાંડ આદિ દેશોમાં શિયાળામાં પૃથ્વીના પૃષ્ઠની થડમાંનો વા પણ કાઠવાર બહુ ટાઢો થાય છે ને તેથી ત્યાં જમીન પર બરફ પડે છે, અને ભોંયે ધોળી ચાદર પાથરી હોય તેવું જણાય છે. તાપ પડે છે તેવારે તે ઓગળી જાય છે.

૯૭. વરસાદ અને બરફ ઊપરાંત વામાંનો ભેજ કાઠવાર કરાંનું અને અર્ધ બરફનું રૂપ ધારણ કરે છે. ટાઢથી ઠરી ગયેલાં વરસાદનાં ફારાંના ગાંગડા વરસે છે તેને કરાં કહીએ છીએ. પરંતુ વરસાદ અને બરફ બહુજ અગત્યનાં છે, માટે એ બે રૂપો સંબંધી કાંઈક વધારે કહેવું જોઈએ.

૯૮. સાંરાંશ.—પણ તેમ કર્યા પહેલાં વામાંની વરાળવિષે જે કહ્યું તેનો સાર કહાડીએ. આપણે જોયું કે પૃથ્વી પર બધી જ

જાએ પાણી સૂકાઈ તેની વરાળ થાયછે. એ બાષ્પભવનથી વામાં યુક્ત વરાળ હોયછે; એ વરાળ ઠરેછે ત્યારે ઝાકળ, ધૂમસ, અને વાદળાંના રૂપે દૃષ્ટિગોચર થાયછે. વળી આપણે એવું શ્રીખ્યા કે વરાળનાં વાદળાં બનેછે તેનો વરસાદ અને બરફ થાયછે, અને એમાંના હરકાઈ રૂપે પૃથ્વીપર પાણી પાછું આવેછે. એ રીતે નીચેની ધન પૃથ્વી અને ઉપર વાયુની વચ્ચે પાણીની આવળ ચાલુ છે. જીવતાં રહેવાને માટે આપણા શરીરમાં લોહીનું ફરવું જોઈતું જરૂરનું છે, તેટલી જરૂરની પાણીની આવળ પૃથ્વીને પ્રાણીઓને વસવા જોગ કરવાને છે. તે વાને જાણે ધૂએછે; શહેરના ધૂમાડા વગેરે મેલ હોય તેને કાઢી વાને સ્વચ્છ કરેછે. તે જમીનને ભીની કરી તેનું વિત ખહાર કાઢેછે. એમ થયેથી જમીન વનરૂપતિને પોષી શકેછે. વળી ઝરા, વહેળા; અને નદીઓને તે પાણી પૂરું પાડેછે. તાત્પર્ય કે પૃથ્વીપરનાં સર્વે પ્રાણી અને વનરૂપતિનો એ મુખ્ય આધાર છે. જગત્ ચલનનાં આવાં આવાં અગત્યનાં સાધનપર ખૂબી ધ્યાન આપવું જોઈએ. માટે વાતાવરણમાંથી વરસાદ અને બરફ પૃથ્વીપર પડેછે ત્યાર કેડે તેમનું શું થાયછે તેપર હવે લક્ષ આપીએ.

જમીનપર પાણીનું જ્રમણ.

૧. વરસાદનું શું થાયછે ?

૯૯. પૃથ્વીની સપાટીપરથી પાણીની વરાળ થઈને વામાં સદા ભળેછે અને તે ઠરી જઈને પાછી પૃથ્વીપર આવેછે, તોપણ એકંદરે અને ધણે વર્ષે નદી, દરિયા, અને સરોવરનાં પાણીમાં દેખાઈતી વધઘટ થયેલી જણાતી નથી; માટે બાષ્પભવન અને સંક્રાંચન સમતુલ્ય છે.

૧૦૦. પરંતુ એ સ્પષ્ટ છે કે જે ક્ષણે પાણી વામાંથી નીચે પડેછે તેજ ક્ષણે તેની વરાળ થતી નથી. વરસાદનું ઝાપડું આવી રહ્યા પછી તરતજ રસ્તા સૂકાઈ કોરા થતા નથી. અને

કલાકના કલાક સૂધી ભારે વરસાદ પડે છે ત્યારે આખો દેશ જળમય થાય છે અને વરસાદ બંધ પડ્યા પછી પણ ધણા દિવસ સૂધી એ પ્રમાણે રહે છે. સૂકાઈ જવાથી એટલે બાબતબનથી વરસાદનું કેટલુંક પાણી અદૃશ્ય થાય છે, પરંતુ એ રીતે તેનો થોડો ભાગ લોપ થાય છે. વરસાદના પાણીનો મોટો ભાગ ખીન્ને પ્રકારે અદૃશ્ય થાય છે.

૧૦૧. સાગરો પર જે વરસાદ વરસે છે તે પૃથ્વી પરના એકંદર વરસાદનો વિશેષ ભાગ છે, કેમકે જમીનની સપાટી કરતાં સાગરની સપાટી લગભગ ત્રણ ગણી મોટી છે. એ વરસાદનું પાણી દરિયાના ખારા પાણી જોડે ભળી જવાથી ઓળખી શકાતું નથી. આદ્ય થઈ જીડી જવાથી સમુદ્રનાં પાણીમાં થટ પડે તે ધણીખરી એ પાણીવડે પૂરી પડે છે, કારણ કે બાબતબન થવાનું સર્વથી મોટું સ્થળ સાગર છે. વાતાવરણમાં વરાળ હોય છે તેમાં વધારે મોટો હિસ્સો સાગરપર ખનેલી વરાળનો છે.

૧૦૨. તેમ વળી તમામ જમીન પર કુલ વરસાદ વરસે છે તેનો જથ્થો પણ પુષ્કળ હોવો જોઈએ. ઉદાહરણ, એવો અડસટો કહાડવામાં આવ્યો છે કે શ્રિલંકા દ્વીપોમાં દરવર્ષે લગભગ ૬૮.૬૦ ઇંચ વરસાદનું પાણી પડે છે અને એથીએ વધારે વરસાદ થાય છે એવા ખાજ દેશો ધણા છે. જમીન પર જે વરસાદ વરસે છે તેવિધે તપાસ કરશો તો તમારા જાણવામાં આવશે કે તે પાણી એકદમ સૂકાઈ જઈ અદૃશ્ય ન થતાં ખીજી રીતે જનું રહે છે. વરસાદ વરસે છે ત્યારે જે ખને છે તેની નિરીક્ષા કરો. વરસાદ ભારે હશે તો કચરાળા પાણીનાં વહેણ શેરીઓ, પોળો, અને રસ્તા પર વહેતાં અને ખેતરાંમાંથી નીકળી વહેતામાં બળતાં જોશો. એમાંના હર કાંઈ વહેળા જોડે ચાલ્યા જશે તો તે વહેણ કોઈ મોરી કે નાળામાં જનું દેખાશે; મોરી કે નાળાનું પાણી મોટા વહેળામાં જાય છે; વહેળાનું પાણી નદીમાં જાય છે; અને ધણે દૂર જશે તો તે નદીનું પાણી દરિયામાં જનું દેખાશે. હવે દુનિયા માંહેલાં સર્વે નદી નાળાંમાં એ રીતે પાણી-

નું વહેણ ચાલે છે તેવિષે વિચાર કરશો તો જમીનપરથી વરસાદનું પાણી સાગરમાં કેટલું ખડું જાય છે તેનો તમને તુરત ખ્યાલ આવશે.

૧૦૩. પણ શું વરસાદનું ખડું પાણી એ રીતે સાગરમાં એકદમ વહી જાય છે? ખેરાક નહિ. એનો તમે સહજ પુરાવો આપી શકો. ધારો કે વરસાદ આવ્યા પહેલાં જમીન ખડું કારી હતી અને વરસાદ બંધ પડ્યા પછી તમે પાવડે ખોદી થોડીક માટી કાઢો તો એ વેળા શું તે માટી સૂકી હશે? ના, તે માટી કારી હોતી નથી, કેમકે વરસાદનું થોડુંક પાણી જમીનમાં ઊતરેલું છે. તમે વધારે ઊંડું ખોદશો, અથવા મળૂરો. જોડો ખાડો ખોદે છે તે વેળા તે જોશે તો તમારા દીઠામાં આવશે કે અંદરની જમીન ભીની છે એટલું જ નહિ, પણ તેમાં પુષ્કળ પાણી છે તેને ભેગું કરી ઉપર લાવી શકાય. માટે સ્પષ્ટ છે કે જમીનપર વરસાદ આવે છે તેનો ધણોક ભાગ જમીનની અંદર ઊતરી એકઠો થવો જોઈએ. તમે એમ ધારતા હશો કે એ રીતે જે પાણી અદૃશ્ય થાય છે તે ઉપર કહેલી સામાન્ય આવજાથી ખચીત વિખૂટું પડવું જોઈએ. સપાટીની નીચે તે જાય છે ત્યારે ફરીને સપાટીપર તે શી રીતે આવી શકે?

૧૦૪. તો પણ એવિષે યોડો વિચાર કરવાથી તમારી ખાતરી થશે કે સપાટીની નીચે તેનું ગમે તેમ થાય છે. તોએ તે ખરખાદ જતું નથી. વરસાદનું જેટલું પાણી જમીનની અંદર ઊતરે તેટલું સપાટીપર આવજા કરનાર પાણીથી સદા વિખૂટું પડે તો પૃથ્વીની સપાટીપરના પાણીના જથ્થામાં હમેશા અને દેખાઈતો ઘટાડો થવો જોઈએ. સાગર વધારે સાંકડા અને છાછર થતા જવા જોઈએ; નદીઓ અને સરોવરો સૂકાતાં જવાં જોઈએ. પરંતુ જે નિરીક્ષા થઈ શકે છે તેમાં એ પ્રમાણે થતું માલુમ પડતું નથી; ઘણા જમાના થયાં સાગરનો વિસ્તાર અને જોડાણ જેવાં તેવાં છે અને નદીઓ તથા સરોવરો પણ જેવાં તેવાં છે. માટે જે પાણી જમીનની અંદર જાય છે તે ફરીને પૃથ્વી

ઉપર આવતું ન હોય તો તે એટલું યોગ્ય હોવું જોઈએ કે જે પાણી પાછું આવેછે તેમાં દેખાઈતો તફાવત પડે નહિ. વરસાદનું કેટલુંક પાણી જમીનમાં જતું રહેછે તે છતાં વાતાવરણ, ભૂમિ, અને સાગરમાં પાણીની આવજા થાયછે તે દેખાઈતો ઘટે વિના થયાં કરેછે.

૧૦૫. માટે તમને એવું અનુમાન કરવું પડેછે કે જમીનની અંદરનું પાણી પૃથ્વીપર આવવાને કાંઈ માર્ગ હોવો જોઈએ. એ પાણી ઝરણવડે ઉપર આવેછે તે હેઠલા પાટમાં તમે શીખ-શો. એ ઝરણ પૃથ્વીમાંથી બહાર નીકળી નદી નાળાંને પોષેછે, અને તે વાટે સાગરમાં જાયછે.

૧૦૬. વરસાદનું શું થાયછે? એ પ્રશ્નનો હવે તમે ઉત્તર આપી શકો. એનો મોટો ભાગ જમીનમાં ઊતરેછે અને પછી ફરીને ઝરણને રસ્તે બહાર આવેછે; એનો થોડોક ભાગ નદી નાળાંમાં એકઠો થાયછે; અને એ ભાગમાંના જોટલા જળની વરાળ થઈ નહિ હોય તેટલું જમીનપર વહી છેલ્લે સાગરને મળશે.

૧૦૭. માટે વરસાદના પાણીને જત્રાના એ ભિન્ન માર્ગ છે—એક જમીનની નીચે અને બીજો જમીનની ઉપર. જે પાણી જમીનની અંદર જાયછે તે વિષે પ્રથમ કહેવું સુગમ પડશે.

૨. ઝરણ કે ઝરા શી રીતે બનેછે?

૧૦૮. વરસાદનું જે પાણી જમીનમાં ઊતરેછે તે વિષેનો આ પાઠ છે. દેરા દેશોનાં પૃથ્વી જે માટી અને પાહાણાનાં બનેલાં છે તેની લક્ષ્યપૂર્વક પરીક્ષા કરેથી જણાયછે કે કઠણારામાં અને કુમારામાં (તેના ઘાણામાં) તેમની વચ્ચે મોટો ભેદ છે. કેટલાંક પોચાં અને છિદ્રાળુ છે, અને કેટલાંક કઠણુ અને સંગીન છે. એથી કાંઈમાં વધારે પાણી ઊતરેછે અને કાંઈમાં ઓછું ઊતરેછે. ઉદાહરણ, રેતાળ જમીન છિદ્રાળુ કે જળારોધક છે, કેમકે રેતીના ઝીણા કણ છૂટા છૂટા હોયછે અને કાંઈ

બિંદુએ તેઓ એકએકને માત્ર અડકે છે તેથી તેમની વચ્ચે ખાલી જગ્યા રહે છે. એ ખાલી જગ્યામાં પાણી ઝટ ઊતરી પડે છે. જેમ વાદળી પાણી ચૂસી લે છે તેમ રેતાળ ભોંય પાણીને લઈ લે ને નીચે ઊતરી જવા દે. પણ માટીની જમીન અછિદ્રાણુ કે જળરોધક હોય છે; એના કણ ખડુ ઝીણા અને એક એકની ધણા પાસે રહેલા હોય છે તેથી પાણીને ઊતરતાં અટકાવે છે. જ્યાં એવું તળીયું હોય ત્યાં પાણીને નીચે ઊતરી જવાનો માર્ગ મળતો નથી, અને નીચેથી ઉપર આવી શકાતું નથી. તે માટીમાં રોકાઈ તેને બીજે રસ્તો ખોળવાની જરૂર પડે છે.

૧૦૯. રેતાળ ભોંય કારી હોય છે તેનું કારણ એ કે તેમાં થઈને વરસાદનું પાણી ઝટ નીચે ઊતરી પડે છે; માટીની જમીન ભીની હોય છે, કેમકે તેમાં પાણી મચેલું રહે છે; નીચે ઊતરી જવાનો માર્ગ માટીમાં પાણીને ઝટ મળતો નથી.

૧૧૦. વરસાદનું પાણી અને ઝોગળેલા ખરફનું પાણી ભોંયમાં ઊતરે છે ત્યાંજ રહેતું નથી. જમીનમાં જડો ખાડો ખોદ્યો તો નીચેનાં પડોના રજકણોની વચ્ચે સમાઈ રહેલું પાણી ખાડાની ખાજૂઓમાંથી ઝરતું તથા ખાડાને તળીએ થોડીવારમાં એકઠું થયેલું જોવામાં આવશે. એ પાણીને બહાર ઉલેચી નાખશો તો એ પાસાંમાંથી પાણી ઝર્યા કરશે, અને થોડા વખતમાં ફરીને ખાડામાં પાણી ભરાશે. એ ઉપરથી તમે જોશો કે જમીનની અંદરના પાણીને જવાની વાટ જડે તે વાટે તે વહે.

૧૧૧. હવે જમીનની અંદર માટી, રેતી, અને પાહાણનાં પડો છે તેમાંનાં ધણાંક છિદ્રાણુ હોય છે, જેમકે રેતીના પથર. વળી તેઓમાં થોડી ધણી ફાટ પડેલી હોય છે; વખતે તરડાયલા કાચના જેવી ઝીણી તડો હોય છે, અને વખતે મોટા પહોળા ચીરાડા અને ખાડાં પડેલાં હોય છે. જમીનની નીચેના પાણીને વહેવાના માર્ગ એ છે. માટે પાણી બિલકુલ ઊતરી શકે નહિ એટલું કઠણ અને સંગીન પડ હોય, તથાપિ તેમાં ધણી ફાટ હોય, તો તેમાં થઈને પુરકળ પાણી વહી શકે. ઉદાહરણ, ચૂનાનો

પત્થર અતિ કઠણ છે; તેના કણોમાં થઈને ચોડુંજ પાણી જઈ શકે; તોપણ તેમાં એટલી બધી ફાટ હોય છે અને તે ફાટો-માંની ધણીક એટલી તો પહોળી હોય છે કે તેમાં થઈને પુઠ્ઠળ પાણી વહે છે.

૧૧૨. જે પહાડી પ્રદેશોમાં ભોંય ખેંડાયેલી નથી તેઓમાં ઘણે ઠેકાણે જિનાળામાં પણ ભીની જમીન કે છબ્બખા પાણી દીઠામાં આવે છે. આસપાસની જમીન સૂરજના તાપે સેકાઈ-ને કઠણ થઈ ગયેલી હોય છે, પરંતુ એ સ્થળો, એટલો તડકો છતાં, બેજવાળાં રહે છે. એ પાણી એ સ્થળોમાં ક્યાંથી આવે-છે? વાયુમાંથી નથી આવતું એ સ્પષ્ટ છે; કેમકે એમ હોય તો આસપાસની બધી ભોંય ભીની ને પાણીવાળી હોય. તે જાણેથી આવતું નથી; પરંતુ નીચેથી આવે છે. ત્યાં જમીનનું ઝરણુ બહાર નીકળે છે; અને નીચેથી પાણી નિરંતર બહાર નીકળ્યાં કરે છે તેથી ત્યાં પાણી કે (ચોડું પાણી હોય તો) ભીનું રહે છે. તમે જોશો કે ખીજાં સ્થળોમાં પાણી જમીનની અંદર ઊતરે છે એટલુંજ નહિ, પણ રવચ્છ પાણીનો નાનો પ્રવાહ ચાલે છે. એ વહેવાના મૂળ સૂધી ચાલ્યા જશો તો ભોંયમાંથી કે પત્થરમાંથી એ પાણીને ઝરતું કે ધરી આવતું જોશો. એને ઝરણુ કે ઝરો કહે છે.

૧૧૩. જમીનની અંદરના પાણીને બહાર નીકળવાના રસ્તા એ ઝરો છે. પરંતુ તમે એમ પૂછશો કે એ પાણીને બહાર શા-વાસ્તે નીકળવું જોઈએ? અને શાથી તે ઉપર આવે છે?

૧૧૪. પૃથ્વીનાં ઘણાં પડો એક એકપર કવી રીતે રહેલાં છે તે નીચેની આકૃતિ પરથી સમજાશે. જમીનમાં કૂવો ખોદશો તો

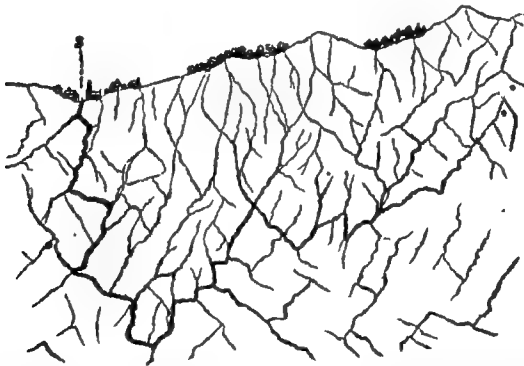


આકૃતિ ૫ મી.—સપાટીપરનાં ઝરણુની ઉત્પત્તિ કે મૂળ.

એવી રચના નજરે પડશે. તેઓ ચપટા થર જેવાં ગોઠવાયલાં-છે. આપણે એમ ધારીએ કે જો એ માટીનું જળરોધક ચપટું

પડ છે, અને હ એ રીતી જવા પદાર્થનું છિદ્રાણુ પડ છે. જમીનના પૃષ્ઠ ઉપર વરસાદ વરસે તેનું પાણી ઊપલા પડની માંહે ઊતરે છે પણ તેની નીચેનું પડ તેને અટકાવ કરે છે, તેથી તે ત્યાં એકઠું થાય છે, અથવા તે હેઠલા પડ ઉપર વહેતું બહાર નીકળે છે. કોઈ ખોભણ કે ખીણનું તળીયું એ પાણીના વહેવાના માર્ગની સપાટી નીચે હશે તો આકૃતિમાં ૬૬ આગળ બતાવ્યા મુજબ ખીણની બાજુએ ઝરણુ બહાર નીકળશે. આ ઠેકાણે બે ભિન્ન ભિન્ન પ્રકારનાં પડના સંગમમાં પાણી ઝરે છે, તેમ કાંઈ ઠેકાણે ઉપર કહેલી પુષ્કળ ક્ષાટમાંની કેટલીક ક્ષાટમાં થઈને પાણી વહે છે. માર્ગ હોય તો પાણી ઉપર, આગળ, કે હેઠળ વહાવિના રહે નહિ, પછી ગમે તે પ્રકારનો માર્ગ હોય ; અને જમીનની અંદરનાં પડોમાં એટલી બધી ક્ષાટ હોય છે કે તેને વહી જવામાં મુશ્કેલી લાગતી નથી.

૧૧૫. પરંતુ જમીનની અંદરનું ઘણુંક પાણી ખાણોની સ-



આકૃતિ ૬ ડી.—કોઈ પ્રદેશના ભાગનો ખંડ ઊંડા ઝરણું મૂળ દર્શાવે છે. પથરાની પુષ્કળ ક્ષાટોમાં થઈને પાણી મુખ્ય વહેણમાં ભાય છે અને પાછું ઝરણુરૂપે ઉપર દોડી આવે છે.

પાટીની અને સાગરની સપાટીની નીચે ઊતરતું હશે. મૈલના મેલસૂધી તે નીચે ઊતરે, તો પણ આખરે તે પાછું પૃષ્ઠ ઉપર આવે.

છે. આ શી રીતે બનેછે તે સ્પષ્ટ મનમાં ઊતરે માટે વરસાદનું એક ફાંદ જમીનમાં ઊતરેછે ત્યારથી તે પાતાળમાં ઉપર તળે ધણો કાળ ફરી પૃથ્વ પર પાછું આવેછે ત્યાંસુધી તેની પાછળ જઈએ. બીજાં ફાંદે જોડે મળી જઈ તે બોંયમાં ઊતરી જાયછે. અને પડોની ફાટ માર્ગે કોઈ સેર વહેછે કે ટીપાં ટપકેછે તેમાં અથવા પાતાળમાં ઊતરતા મોટા વહેળામાં તે ભળેછે. એ રીતે કદાચ તે હજારો પૂટ જાંડુ ઊતરી ને પડમાં પેચી વધારે જાંડા ઊતરાનું નથી ત્યાં આવી પહોંચેછે. આખે રસ્તે આડાં અવળાં ધૂસંતાં તેની પાછળ બીજાં ફારાં લાગેલાંછે તેઓ બધાં પણ ત્યાંજ આવી અટક્યાં. આ બધાં ફારાં એકઠાં થવાથી પાણીનો મોટો જથ્થો ભેગો થાયછે, અને પૃથ્વ ઉપરથી નવું પાણી સદા ઊતરી તેપર વધારે વધારે દબાણ કરેછે. હેઠ ઊતરાનું નથી ને ઉપરથી દબાણ વધું જાયછે તેથી કોઈ બીજી દિશામાં જવાનું તે કરેછે. ઉપરથી આવતા પાણીના દબાણથી ફાટો, ખો. વગેરેમાં તે પાણી ધસેછે, ને ઉપર ચઢે, વળી નીચે ઊતરે, વળી ઉપર ચઢે, એમ કરતું કરતું કોઈ ઠેકાણે ઝરણુરૂપે દોડી આવતું દેખાયછે (પદાર્થ વિજ્ઞાનની પ્રવેશ પોથીની ૨૩ માં કલમ જુઓ).

૧૧૬. એ રીતે જમીનમાંથી પાણી નીકળી પુષ્કળ ઝરા વહેછે તેમાંનો પ્રત્યેક ઝરો સિદ્ધ કરેછે કે જેમ પાણી પૃથ્વીના પૃથ્વઉપર ભમેછે તેમ પૃથ્વી નીચે પણ ફરેછે. એમ પોતાની મેળે ઉપર આવેલાં ઝરણો ઊપરાંત હાથે ખાડા ખોદવાથી પણ એ પાતાળનું વહેણ સાખીત થઈ શકેછે. એ પાણી લેવામાટે જોકે કૂવા ખોદાવેછે. ખાણ, ખાડા, પત્થરની ખાણ, અને હરકોઈ જાતના જાંડા ખાડા ખોદતાં એ પાણી ધણું અડચણ કરેછે; તેઓને કારા રાખવાને બંધેવતી પાણીને ઉલેચી કાઢવું પડેછે.

૩. જમીનની નીચે પાણીની કૃતિ.

૧૧૭. પૃથ્વીમાંથી ઝરણનું નિર્મળ ખિલોરના જેવું પાણી નીકળેછે તેથી બીજું કોઈ પાણી વધારે સ્વચ્છ દેખાતું નથી.

રસાયનશાસ્ત્રમાં જેને પૂર્ણ સ્વચ્છ પાણી કહેછે તેમાં ઑક્સિજન અને હૈડ્રોજન નામે માત્ર બે તત્વો રહેલાં છે. પરંતુ ઝરણુનું પાણી ગમે તેટલું નીતર્યું અને કાચના જેવું ચળકતું હોય તોપણ તેમાં કાંઈક ખીજ વસ્તુ રહેલી છે. રસાયનશાસ્ત્રના પૂર્ણ સ્વચ્છ પાણીને ઉકાળી ખાળી નાખશો તો વરાળ થઈ જીડી જતાં વાસણમાં કાંઈપણ મેલ પાછળ રહેશે નહિ. વરસાદના પાણીમાં વાયુમાંથી થોડોક મેલ બળેછે, તોપણ તે લગભગ સ્વચ્છ કહી શકાય, પરંતુ ઝરણુનું પાણી ઉકાળી ખાળી નાખશો તો વાસણમાં પાછળ ધન પદાર્થ ખાકી રહેલો દૃષ્ટિએ પડશે. એ રીતે પાણીની ચકચકતી ન્વારદર્શકતા તેની રસાયની શુદ્ધતા દર્શાવેછે એમ ન જાણવું (રસાયનશાસ્ત્રના પ્રવેશ પુસ્તકની ૨૦ મી અને ૨૧ મી કલમ જુઓ).

૧૧૮. હવે વરસાદનું પાણી તો લગભગ નિર્મળ હોયછે, પણ તે જમીનના પેટામાં ઉપર નીચે રટણ કરી પાછું મથાળે પૃથ્થ ઉપર આવેછે ત્યારે હમેશ તેમાં થોડી ધણી ખીજ વસ્તુઓ મળેલી હોયછે તેપરથી અનુમાન કરવું પડેછે કે તે વસ્તુઓ તેણે માર્ગમાંના થરોમાંથી લીધી. એ પદાર્થ તેમાં અદૃશ્ય રહેલાં છે, કેમકે તેઓનું રસાયન મિશ્રણ થયેલું છે (રસાયનશાસ્ત્રના પ્રવેશ પુસ્તકની ૨૩ મી કલમ જુઓ). કાંઈ વાસણમાં થોડુંક મીઠું કે ખાંડ મૂકી તેપર પાણી રડાશે તો તે પાણીમાં ઓગળી જઈ અદૃશ્ય થશે. તે પાણીનેડે મળી બેળસેળ થઈ જાયછે. તમે તેને જોઈ શકતા નથી, પરંતુ પાણીનેડે મળી જવાથી તેમાં જે સ્વાદ આવેછે તેણે કરીને તમે તેને ઓળખી શકો છો.

૧૧૯. એ રીતે બોયમાં જિતરેલું પાણી અંદરની વસ્તુઓનો થોડોક ભાગ ઓગાળી પોતાની જોડે સપાટીપર આણેછે. પરંતુ તમે એમ કહેશો કે ખાંડ અને મીઠું તો પાણીમાં ઝટ પી-

ગળી જાયછે, પણ નક્કર પાહાણા તેમ ઓગળતા નથી; તે નક્કર પથરામાંથી ધન મળ ઝરણો કેમ લાવી શકે ?

૧૨૦. તમને યાદ છે કે વાનાં ઉપયોગી ઓગળતોમાં કાર્બોનિક આસિડ નામે એક વાયુ છે, અને વનરપતિ અને પ્રાણી એ પદાર્થને વામાંથી લેછે અને વાને આપેછે (૪૪ મી કલમ જુઓ). વાતાવરણમાં થઈને પૃથ્વીપર આવતાં થોડાક વાનું વરસાદ શોષણ કરેછે. થોડાક કાર્બોનિક આસિડ ગ્લાસ, ધૂળ અને મેશના રજકણ, હાનિકારક વાયુ, ખારીક જીવ, ખીજ, અને વામાં ઊડતી ખીજ વસ્તુઓ વરસાદમાં ભળી જાયછે, ને તેની હારે પૃથ્વીપર પડેછે. એ રીતે તે જાણ વાયુને ધોઈ સાફ કરી વધપરે ગુણકારી કરેછે.

૧૨૧. વામાંનો મેલ વરસાદ લેતો આવેછે એટલુંજ નહિ, પણ જમીનપર પડ્યા પછી એ મેલમાં ધણો વધારો થાયછે. ખેતર કે ખાગમાંની થોડી માટી લેશો તો તેમાં અતિ ખારીક રેસા અને કોહી જતાં મૂળીઆં બળેલાં દેખાશે. એમાં હમેશા સકરણુ પદાર્થ, અને તેમણે (કલમ ૪૪ મી) 'કાર્બોનિક અને ખીજાં કેટલાક આસિડ ઓછા વત્તા બળેલા હોયછે. એમાંની થોડીક માટી લોહના તવેથાપર મૂકી દેવતાપર ધરશો તો તે સકરણુ પદાર્થ ખળી જશે, કાર્બોનિક આસિડ જતો રહેશે, અને માટીનો રંગ બદલાઈ જશે.

૧૨૨. વરસાદ વાયુમાંનો કાર્બોનિક આસિડ લેતો આવેછે તેમાં જમીનમાંથી વધારે મેળવી ઉમેરો કરેછે ને તેવડે પાષાણપર હૂમલો કરી તેમનો બક્ષ કરેછે. નિર્મળ પાણી એ રીતે પાહાણા ખાઈ શકતું નથી (રસાયનશાસ્ત્રની પ્રવેશ પોથીનો ૨૮ મો પ્રયોગ જુઓ).

૧૨૩. ધણા પાહાણાપર, અને કેટલાક અતિકઠણ પાહા-

ણીપર પણ કાર્બોનિક આસિદવાળા પાણીની જખરી અસર થાયછે. તેમનું દ્રવ્ય ઓછું વતું ઓગાળી પોતાનામાં બેળી સાથે લઈ જાયછે. ઉદાહરણ, ચાંક કે ચૂનાને એવું પાણી લાગેછે ત્યારે તે ધણો ખરો ઓગળી જઈ તેમાં મળી જોડે જાયછે, અર્થાત્ તેવા પાણીથી એ પાહાણા ખવાઈ કે ધસાઈ જાયછે. એ મિશ્રણ તે પાણીમાં ચળકતું અને નીતરું જણાય. જે દેશોમાં ચાંક અથવા ચૂનાના પથર પુષ્કળ હોયછે તે દેશોમાં પાણીની એ કૃતિવડે જમીનનું પૃષ્ઠ ખવાઈ જઈ તેમાં ખાડા પડેછે. એવા પ્રદેશમાંનાં ઝરણોનું પાણી હમેશા ભારે કે કઠણ હોયછે, એટલે તેમાં ખનિજ પદાર્થ પુષ્કળ હોયછે; પરંતુ વરસાદના પાણીમાં થોડોજ મળ હોયછે તે અને જે ઝરાના પાણીમાં થોડો મળ હોય તે હલકું કે નરમ કહેવાયછે (રસાયન-વિદ્યા પ્રવેશ પોથીની કલમ ૨૬ મી જુઓ).

૧૨૪. ઝરણનું પાણી જમીનમાંથી જે પદાર્થો લાવેછે તેમાં ના ધણા પદાર્થો પ્રાણી તથા વનસ્પતિને ઉપયોગી છે. ઉદાહરણ, ચૂનો, ખાર અને લોઢું ઝરણના પાણીમાં આવેછે તેઓ સર્વે અતિ અંગત્વનાં છે. પ્રાણીનાં હાડકાં બનવામાં ચૂનો કામ આવેછે, અને લોહીને રંગ લોઢાથી ચડેછે. એ વસ્તુઓ જોઈએ એ એટલી આપણા ધન ખોરાકમાંથીએ મળેછે, તોપણ ઝરણના પાણીમાં એ પદાર્થો હોવાથી વરસાદના પાણી કરતાં તે પીવામાં અને રાંધવામાં વધારે ગુણકારી છે.

૧૨૫. આખી પૃથ્વીપર વહેતા ઝરામાંનું દરેક ઝરણ અંદરથી કાંઈ પદાર્થોને પોતામાં બેળી પૃષ્ઠપર લાવેછે, તથા એ સ્પષ્ટ છે કે એમ ઓગળી પાણી જોડે ધસડાઈ આવવાથી અંતે પૃથ્વીનાં પડોનો એકંદર ધસારો ધણો થયાવિના રહે નહિ. ખાતાળના પાણીને વહેવાને પહોળાં કાતરો અને ખો હોયછે તેનું કારણ

હવે તમે સમજી શકશો, કેમકે જીને અડીને પાણી વહેછે તેમાંથી થોડો ભાગ તે હરી લેછે, તેથી ચીરા અને ફાટો પહોળી થઈ ધીમે ધીમે વધારે પહોળા રસ્તા બનેછે. એ રીતે દુનિયાના



આકૃતિ ૭ મી.—ધરતીની અંદરના ચૂનાના પાહાણોમાં પાણીએ
જોદેલી બખોલ.

જુદા જુદા ભાગોમાં જમીનની નીચે ઘણા ગજ જગ્ગી અને
ઘણા મૈલ લાંબી મોટી ગુફાઓ બનેલીછે.

૪. પૃથ્વીના પૃષ્ઠનો કાય શી રીતે થાયછે?

૧૨૬. હરકોઈ પથરાના મકાનને બંધાવ્યાને બસે ચારસે
વરસ થઈ ગયાં હોયછે ત્યારે તેની બીંતપર સલાટોની કરેલી સ-

ફાઈ અને શોભા જતી રહે છે. પથરા ખઈ જઈ તેમાં છિદ્રો અને ખાડા પડે છે, અને થાંભલા અને ખારી ખારણાંની ન-કશી એટલી ખરી જાય છે, કે તે પર કહાડેલાં ચિત્ર ઓળખી શકાતાં નથી. જૂની ઇમારતો કાળથી ખવાઈ જાય છે એ બિના એટલી તો જાણીતી છે કે જૂનાં મકાનમાં તેની નિશાની હોવી જોઈએ એવું સર્વે ધારે છે, અને તે નજરે પડતું નથી ત્યારે તે ઇમારત ખરેખરી જૂની છે એવિષે સંદેહ રહે છે.

૧૨૭. વળી મસીદીની પાસે કબરો હોય છે તેઓ જેમ જૂની તેમ તેઓ પરના પથરા વધારે ખવાઈ ગયેલા દેખાય છે. કાંઈક ઘરો પરના ભેખ તો થોડા જમાના પરજ કાતરાવેલા છતાં એટલા ખઈ ગયેલાં હોય છે કે તેમાં કાનાં નામ અને ગુણ નોંધેલાં છે તે વંચાઈ શકાતું નથી. શહેરોમાં એવું વધારે જોવામાં આવે છે.

૧૨૮. એમ કાળે કરીને કઠણ પથરાનું ખવાઈ જવું તમારા જાણવામાં છે. પણ એ કૌતક શાથી થતું હશે એવો પ્રશ્ન તમને કદી સૂઝેલો ? પથરા શાથી ખઈ જાય છે, અને તેથી કયાં કાર્યો ખાર પડે છે ?

૧૨૯. ઇમારતો વગેરે મનુષ્યે કરેલાં ખીન્ન ખાંધૂકાંઓમાં એ ખઈ જવું નજરે પડે છે, અને તે કંટાળું થયું છે તે માત્રી શકાય, ક્રમકે અત્યારે પાહાણા સુઝે એટલા અરબચડા અને ખઈ ગયેલાં હોય, પણ જ્યારે તેઓને ચલ્યા ત્યારે કડીઆઓએ લીસા કર્યા હતા. આ ક્ષય માણસનાં ચાલંતર કામોમાં માત્ર છે એમ નથી. આખી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર એ થયાં કરે છે.

૧૩૦. પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ ખઈ જાય છે, અને ડુંગરો અને પાહાણા ખરી પડે છે એ કહેવું તમને એટલું નવાઈનું લાગશે કે તે વાત સાચી છે કે નહિ તેની ખોળ હરેક પ્રસંગે કરવી જોઈએ. જૂનાં ઘર, દહેરાં, મસજિદ, વગેરે ઇમારતો અને નકશી કામ, તથા કરાડા, કાતર, ટીખા, ભેખડો, અને નાળાં નજીકમાં હોય તે નજરે જુઓ. દરેક કરાડાની તળેટી અને ખાજૂઓ ઉપર

ખડકમાંથી ખરી પડેલા મોટા પાહાણા અને નાના પથરાના ઢગ કે વિખરાયેલા દેખરો. પાણી ઠરી જાયછે તેવાં સ્થળોમાં શિયાળો વીત્યા કેડે જઈ નિરીક્ષા કરશે તો તરતના તૂટેલા પાહાણા અને તેઓ ક્યાંથી ઊખડી પડેલા તે તમારા દીઠામાં એ આવશે.

૧૩૧. એ રીતે તમારા પોતાના ગામમાં અને પરગણામાં તપાસ કર્યાથી જણારો કે નક્કરમાં નક્કર પથરા દેખાઈતા અતિ કઠણ અને લઘુ છતાં ખરી પડેછે. ટૂંકામાં જ્યાં ખડકો વામાં ઉધાડા છે ત્યાં તેઓ ક્ષય પામેછે. તો એમ તેઓ શાથી ખઈ જાયછે તે આપણે જોઈએ.

૧૩૨. કાર્બોનિક આસિદની કૃતિ ૧૨૩ મી કલમમાં વર્ણવેલીછે તે વિષયપર પ્રથમ કૃતિને જઈએ. વરસાદનું પાણી વાતાવરણમાંથી થોડોક કાર્બોનિક આસિદ લેછે અને તે સાથે ભોંયમાં ઊતરી અંદરના ખડકોમાંના કેટલાક ભાગને ફાલી ખાયછે, એ તો તમને યાદ હશે. એ આસિદવાળું જે પાણી પૃથ્વીના પૃષ્ઠની ઉપર પાંધેલું કે ઘેરાયલું રહેછે અથવા માર્ગ મળવાથી વહેછે તે પણ એજ કામ કરેછે. ખડકનેા જે ભાગ તે ખેરખી શકેછે તેને થોડે થોડે ઓગાળેછે. કોઈ પાપાણુ, જેમકે ચૂનાનો પાપાણુ, બધો કે ઘણોખરો ઓગળી જઈ પાણી જોડે જાયછે. કોઈમાં તો ચીકાસ એટલે જેવડે તેના કણ એક એકને ઓઠી રહ્યાછે તે ઓગળી ધોવાઈ જાયછે; જે વસ્તુવડે તેના કણ એક એકને વળગી રહ્યા હતા તે જવાથી તેઓ માટી કે રેતી રૂપે ખરી પડેછે; ને પછી વરસાદના પાણી જોડે ધસડાઈ જાયછે. એ માટે પાપાણુના પે કરનારામાં એક વરસાદના પાણીમાં ભળેલો કાર્બોનિક આસિદ છે. એની કૃતિથી કેટલાક પાપાણુ ક્ષય પામેછે.

૧૩૩. એ કામમાં સહાય કરનાર વરસાદના પાણીમાં ભળેલો ઓક્સિજન વાયુ છે. સૂરત, મુંબાઈ, વગેરે સમુદ્ર કાંઠાપર આવેલાં સ્થળોની હવામાં ભેજ ઘણો હોયછે ત્યાં ચળકતા

લોઢાપર થોડા વખતમાં કાટ ચડેછે. ફેટલેક વરસે લોઢાની જાળીઓ, લોઢાની સાંકળો, કડાં, વગેરે ખવાઈ જાયછે. તેઓ-પરથી પોપડા ઊખડેછે અને મેલો પીળો ભૂકો ખરેછે. એ કાટને તમે ખોતરી શકો. લોઢું અને ઑક્સિજનન એ બેના સંયોગથી બનેલો એ મિશ્ર પદાર્થ છે. જ્યાંસૂધી લોઢાનો કોઈ પણ ભાગ કટાયા વિનાનો રહેછે ત્યાંસૂધી એ થયાં કરેછે, કેમકે કાટની હરએક પોપડી ખરવાની જોડે તે લોઢાનું તાજું પૃષ્ઠ ઑક્સિજનને હાથ આપેછે. લોઢાના ધાટને જે થાયછે તેજ ધણાક પાપાણોને પણ થાયછે; પરંતુ તે એટલું બહું તાર્કાલિક કે જોરથી નથી. ઑક્સિજનને શોષી તેઓ પણ કટાયછે. તેઓ-પર કાટના પોપડા ખાજેછે. એ પોપડા વરસાદથી ખરી પડેછે એટલે પાણીનાં પૃષ્ઠપર સદા હાજર અને અંચળ ઑક્સિજનની અસર લાગવા માંડેછે.

૧૩૪. ત્રીજું, ધણાક પાણીનાં પૃષ્ઠના પોપડા હિમથી ઊખડી પડેછે. જે દેશોમાં પાણી ઠરે એટલી ટાઢ પડેછે ત્યાં પાણી ભરેલી ગોળીને વખતે તળીએથી ટોચ સૂધી એકાએક તડ પડેછે અને ચહેરોમાં પાણીની નળીઓ ફાટેછે. એનું કારણ એ છે કે પાણી ઠરી તેનું હિમ એટલે ખરફ થાય ત્યારે તે ફૂલેછે. પાણી પ્રવાહી રૂપે હોયછે ત્યારે જેટલી જગ્યા તે રોકેછે તેના કરતાં તેના ખરફને વધારે જગ્યા જોઈએછે. પાણીનું ખરફ થાય તે વેળા ફૂલવાને મોકળાશ ન મળે તો જે વાસણમાં તે હોયછે તેની પાખાઓપર તે ભાર દબાણ કરેછે. એ પા-ખાઓ તે દબાણ ઝીલવાને અશક્ત હોય તો તેઓ ફાટે (પદાર્થવિસાનની પહેલી પોથીની ૬૧ મી કલમ જુઓ).

૧૩૫. વરસાદનું પાણી ભોંયમાં ઊતરેછે એ તમે જાણો છો. કાણમાં કાણ પાપાણો પણ થોડા ધણા છિદ્રાણ હોયછે, અને ફેટલુંક પાણી ચૂરી લેછે. જ્યાં શિયાળામાં પાણીનું ખરફ બનેછે ત્યાં એ ચૂરીલું પાણી તેની અદર બંધાઈ જાયછે અને તેથી પાણીની ગોળીઓ અને નળીઓ જેમ તરડાયછે ને ફાટેછે તેમ પહાડ પણ તરડાયછે ને ફાટેછે. જમીન અને પર્વતનાં પૃષ્ઠપરના કોઈ કાણામાં કે ફાટમાં પાણી એકંદ્ર થયેલું હોય

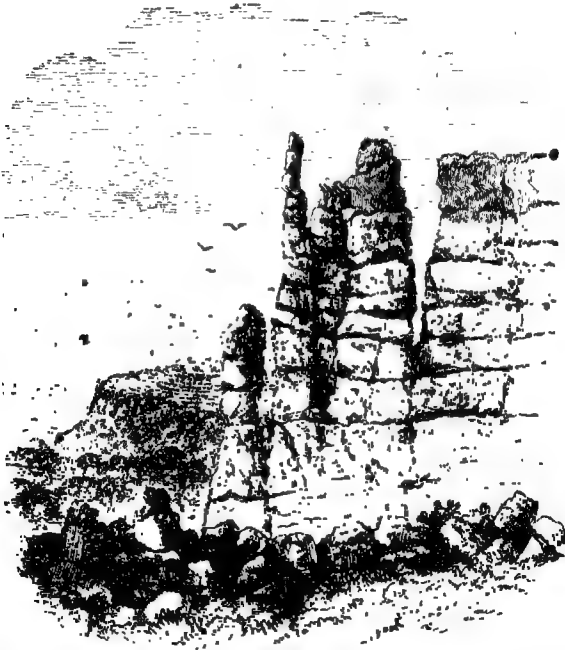
અથવા તેના રજકણોની વચ્ચે પ્રસરેલું હોય તેથી કાંઈ ક્ષણમાં ફેર પડતો નથી. જ્યાં હોય ત્યાં તે વધારે ટાઢથી ઠરેછે, અને ઠરેછે એટલે જૂલેછે. એમ કૂલવામાં જે નડે તેને ફાડી માકળાશ મેળવવાનો તે પ્રયત્ન કરેછે.

૧૩૬. ઠંડા દેશોમાં એ કારણને લીધે જમીનઉપર પાણુ હિ-
મની કુટલીક વિચિત્ર અને જાણુવાજોગ અસર થાયછે. ત્યાંનાં
શહેરોના પથરે ખાંધેલા રસ્તાઓઉપર હિમ પડેછે એટલે નાના
પથરા જોયા આવેછે અને રસ્તાપર કાદવ થાયછે. ખાંડવાથી
કે વાટધાથી રેતીની અને માટીની ઝીણી રજ અને તેથી રજને
ખરફ પથરાપરથી છૂટી પાડેછે અને ખરફ પીગળવાથી તેનો કાદવ
થાયછે. એ માટે ભોંય ભાગવામાં છોડવાનાં મૂળીઓ અને રેસા
અંદર પેશી શકે તેવી પોચી જમીન કરવાને ખરફ ખેડુતને ખુબ
કામ લાગેછે. ખડકનાં પૃષ્ઠ વરસાદનું પાણુ પી તર થયેલા
હોય તેવામાં હિમ પડેછે, એટલે તેઓના રજકણોની વચ્ચેનાં
છિદ્રોમાં પેડેલું પાણુ ઠરી જઈ જૂલેછે. તેઓને ભચરડેછે.
પાણુ કરતાં ખરફને વધારે જગાં જોઈએ માટે તે રજકણોને
ખળાતકારે ખસેડવાનું કરેછે. પરંતુ જમીનનાં પૃષ્ઠના જેવાં
ખડકોનાં પૃષ્ઠ પોચાં નથી હોતાં અને તેઓના રજકણો એક
એકને વધારે જોરથી વળગેલા હોયછે તેથી તેઓ વધારે પ્રતિ-
રોધ કરેછે. જે રેતીના પાહાણુ જેવા પોચા ને વધારે છિદ્રાળુ
હોયછે તેઓનો ક્ષય ઉતાવળે થાયછે. એની જીપલી પોપડીઓ
ખરી પડેછે, એટલે નવી પોપડીઓ થઈ તેઓ ખરી પડેછે;
એમ સદા પોપડીઓ જીખડી જવાથી કે તેના કણો એક એક-
થી વિખટા પડી વરસાદમાં ધોવાઈ જાયછે.

૧૩૭. વળી જે કણોના પાહાણુ ખનેલા હોયછે તેઓની
વચ્ચે પાણુ ધૂસીને ઠરેછે એટલુંજ નહિ, પણ ખડકોમાં પુષ્ક-
ળ ચીરા કે સાંધો હોયછે તેમાં પેશી ઠરેછે. ખડકોનાં પૃષ્ઠપર કે
પત્થરની ખાણમાં ઓછી વર્તી જીભી ફાટોની લાટીઓ કાઢ-
વાર જોવામાં આવેછે. એ ફાટોવડે સ્વાભાવિક રીતે ખડકના
કકડા થયેલા હોયછે તેઓને કાપી ખાણુ ખોદનારા માટાં
ઓરસાં કે થાંભલા ખનાવેછે. એ તડોની વાટે પાણુ નીચે
ઊતરેછે એ તમે ૧૧૧ મી કલમમાં વાંચી ગયા. એ ઝીણા

તડોમાં એકદમ ઘણું પાણી ઊતરી શકે નહિ. પરંતુ તેઓ થોડી થોડી પહોળી થતી જાય છે, અને જેમ પહોળી થાય તેમ વધારે તેઓમાં ઊતરે છે. પાણી બંધાઈ બરફ થાય તે આ કા-
ટોની બેડ પાણીઓને એક એકથી આધી ખસેડવાનો ભારે પ્રયત્ન કરે છે. અને ઘણા શિયાળા ગયા કેડે તેઓને લગીર વિખૂટી કરવાને તે શક્તિમાન થાય છે; પછી વધારે પાણી પેસે છે અને ઠરતાં વધારે નોર કરે છે એટલે છેલ્લે તે ચીરાથી થયેલા ભાગ તદ્દન છૂટા પડી જાય છે. ડુંગરોનાં પૃષ્ઠ પર એમ બને છે ત્યારે છૂટા પડેલા ભાગોમાંનો કોઈ તુટી પડી જાયડો તળેટીએ પાણી જાય.

૧૩૮. આ પ્રકારનો ક્ષય પાસેના ચિત્ર (આકૃતિ ૮) માં



આકૃતિ ૮ મી.—કરાડાનો ક્ષય.

ખતાબો છે. જે ખડકમાં ઊભા ચીરા હોય છે તેના ભાગોનું એ

ચિન્ન છે. એ ભાગો ઉપરથી પહોળા થઈ તેમાંથી મોટાં ગછી-
આં વિખૂટાં પડી નીચે જમીન પર પડેલાં છે. જે દેશોમાં શિયા-
ળામાં ઘણી ઠાંડ પડે છે તે દેશોમાં ઊભા ખડકાંની ફાટોમાંના
ખરફથી ઘણું ભંગાણું પડે છે.

૧૩૯. કાબોનિક આસિદ, આંકિસજન અને ખરફ ઊપરાંત
ખીજી ઉપાધિઓને લીધે પણ પર્વતોનાં પૃષ્ઠ ખરી પડે છે. ઉદા-
હરણ, જ્યારે દિવસે સૂર્યના ખડુ તાપે પાહાણા ધણા તપે છે
અને પછી રાત્રિએ ઉભણતા નીકળી જવાથી જલદી ઠંડા પડે છે,
ત્યારે ઉભણમાનને એક છેડેથી ખીજી છેડે જતાં પથરા ફેલે છે
અને સડાચાય છે, પણ પાછા ફૂલે છે અને પાછા સંકોચાય છે.
એમ થયાં કરવાથી તેઓના રજકણો છટા થઈ ખરી પડે છે,
અથવા તેના પોપડાના પોપડા પણ એથી ખરી જાય છે.

૧૪૦. વળી જે પાષાણો એક ક્ષત્રુમાં વરસાદનું પાણી
ખૂબી પી તરૂં થાય છે, અને ખીજી માસમમાં તડકાથી અને
પવનથી સૂકાઈ જાય છે તેઓ એમ ખરતા જાય છે.

૧૪૧. જુઓ એમ ભિન્ન ભિન્ન કારણોને લીધે પૃથ્વીનાં
નફર ચડો નિરંતર ક્ષય પામે છે અને ધસડાઈ ખીજી ડોકાણે
જાય છે. પોચામાં પોચા અને કઠણમાં કઠણ બધા પાહાણા અંતે
ક્ષય થાય છે. પરંતુ તેઓ સર્વેનો ક્ષય એકજ વેગે થતો નથી.
કોઈ જૂની પુરાણી પથરની ઇમારતને ઝીણી નજરે જોશે
તો કોઈ પથર ઓછો ખવાયલો, કોઈ તેથી વધારે. વધી ત્રીજી
તેથી વધારે ખવાયેલો, એમ ક્ષયમાં અનેક ભિન્નતા જણાશે.
કેટલાકે પથરા બાગ્યે ખરેલા દેખાશે, અને કેટલાકે ભગભગ
બધા ખરી ગયેલા હશે. એમ ઇમારતોમાં બને છે તો તમારે
નફી જાણવું કે જગતમાં પણ એ પ્રમાણે થાયજ; અને એક
જાતના પથરાથી થયેલા ખડકો ખીજી જાતના પથરાથી બ-
નેલા ખડકોથી ઉતાવળે અને જુદે પ્રકારે ખરી પડે.

૧૪૨. જમિનું પૃષ્ઠ ઘણું કરીને ક્ષય પામતું જાય છે એ વાત
મરી છે, અને ખરી છે તો તેમ શા વારતે થાય છે એવું તમે

પૂછી શકો. પૃથ્વી એવી સુંદર અને રમણીય છતાં તેનું પૃષ્ઠ શા અર્થે એવડું ખડું ક્ષય પામ્યું જાય છે એ તમને કદાચ નહિ સમજાતું હશે. પ્રથમ તમને એમ પણ લાગે કે એ આપત્તિ છે, જેનો ખુલાસો ભાગ્યે થઈ શકે. પરંતુ એ ક્ષય આકૃત ન હોતાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિને વસવાનું યોગ્ય રથળ પૃથ્વીને ખનાવવાને માટે ખરેખરે આવશ્યક છે. એણે કરીનેજ ખીણો અને કોતરો બને છે, તથા પર્વતો અને ડુંગરોનાં વિચિત્ર રૂપ બને છે. ખરી પડેલા પથરાની સઘળી માટી બને છે, અને એ માટીના ખનવાપર અને તેમાં નવો ઉમેરો થવાપર આપણા ઓગકનો આધાર છે. એ શી રીતે થાય છે તે નીચલા પાઠમાં સમજાવીશું.

૫. પર્વતોના ખરી પડેલા ભાગોનું શું થાય છે? એતરની જમીન શી રીતે બને છે?

૧૪૩. હરકોઈ એતર કે ખાગમાંથી મૂડીબર માટી લઈ ખાડીકાથી તપાસો. તે શાની બનેલી છે? ખરી પડેલા પથરાની ઝીણી કરઓ, રેતી, માટીના રજકણો, અને કદાપિ વનસ્પતિના થોડા રેસા તમારી દૃષ્ટિએ પડે છે; અને કોઈ ભદ્રેશમાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિના કાછી ગયેલા શેષ ભળવાથી ત્યાંની ખાંધી જમીનનો રંગ કાળો છે. હવે આ જુદા જુદા પદાર્થો શી રીતે એકઠા થયા તે આ પાઠમાં સમજાવીશું.

૧૪૪. પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ ક્ષય પામે છે તેવિષે કરી બોલીએ. ક્ષય, સડો, ખરવું, અને એવા અર્થના ખીજા શબ્દો એ ક્રિયાને લગાડવામાં આવે છે. પરંતુ પર્વતોના પોપડા, પથરા, કે કાંકરા ખરી પડે અને તેઓ વરસોવરસ કદમાં ઘટે, તોપણ પૃથ્વીની સપાટીના દ્રવ્યમાં વાસ્તવિક ઘટાડો થતો નથી. પાણીના જે વરતુઓના બન્યા છે તે ખવાઈ છૂટા પડે, પરંતુ તેઓનો નાશ થતો નથી. તેઓની સ્થિતિ તથા રૂપ માત્ર બદલાય છે. ત્યારે ખાણોથી જે પદાર્થ નિરંતર ખરી પડે છે તેનું શું થાય છે?

૧૪૫. વરસાદનું દરેક ફોરૂં જમીનપર પડે છે તે સપાટીનું રૂપાંતર થવામાં સહાય કરે છે. ખડકના ભાગોને ઓગાળવાની વરસાદના પાણીની રસાયની ક્રિયા તો તમે જાણી. ધણા વરસ સુધી દરેક ફોરાની અંતે દરેક આપટાની એ રીતે નિરંતર ક્રિયા થયાં કરે છે તેને લીધેજ ખડકો એટલા બધા ખવાઈ જઈ ખરી પડે છે, પરંતુ વરસાદના પાણીની શિદ્ધી કે ગતિ-બળની કૃતિ પણ છે.

૧૪૬. દરિયા કાંઠાના જમીન રેતાળ લીસી સપાટીપર વરસાદનાં આપટાંનાં પહેલાં છડછડતાં ફોરાં પડે છે ત્યારે શું થાય છે તેની તપાસ કરો. દરેક ફોરાનો ઝીણો આડો કે છાપ પડે છે. પોતાની ગતિના બળથી એ રીતે તે રેતીના કણને કોરે



આકૃતિ ૯ મી.—વરસાદનાં ફોરાંથી રેતી કે માટીપર પડેલી છાપ કે ચિન્હ.

ખસેડે છે. ઢાળ પડતી જમીનપર ફોરાં એકઠાં થઈ નીચે વહે છે, તે ઠકાણે તેઓ રેતી કે માટીના રજકણોને હડસેલી પોતાની જોડે ઘસડી લઈ જઈ શકે છે. એને શિદ્ધી અથવા ગતિબળની કૃતિ કહે છે; પરંતુ આંડ કે મીઠાને પાણીમાં ઓગાળોછે તેમ રજકણો ઓગળીને પાણીમાં બળે છે ત્યારે રસાયની કૃતિ થઈ કહેવાય છે. એ બેમાંની એક અથવા એ બે રીતે વરસાદનું હરેક ફોરૂં પૃથ્વીના પૃષ્ઠપર વિકાર કરી શકે.

૧૪૭. પાહાણાનો એટલો બધો નારા વરસાદથી થાય છે તેનાં કારણ હવે તમારા સમજવામાં અટ આવશે. તેઓનાં કેટલાક ભાગને તે ઓગાળોછે તથા અંદર પોલ થઈ ખરી પડે એવી પોપડી તેઓનાં પૃષ્ઠપર બને છે એટલુંજ નહિ, પણ એ પોપ-

ડીને ધોઈ નીચે પાડેછે.તેથી અંદરનું નવું પૃષ્ઠ ઉઘાડું પડેછે કે તેની પાણુ તે વલે થાય. એમ પાહાણા ખવાઈ તેનો સૂરો થાય અને સૂરો પાણી જોડે તણાઈ જાય એવું પૃથ્વીઉપર હમેશા થયાં કરેછે. એ સૂરાનો કેટલોક ભાગ ખીણોમાં અને ખાડામાં સમાયછે, કેટલોક ઢળતી કે સપાટ જમીનપર ઢરેછે, અને કેટલોક નદીમાં ભળી સાગરમાં જાયછે.

૧૪૮. એ સૂરો અને તેમાં વનરપતિ તથા જનાવરનું ખાતર એટલે તેમનું કોહવાણુ થઈ જે ભાગ ખાકા રહેછે તે મળી બધી જમીન ખનીછે. માટે જે જાતના પાહાણાની તે થયેલી હોય તે જાતની તે હોયછે. બધી ભોંય એકસરખી નથી હોતી તેનું કારણ આ છે. ઉદાહરણ, રેવીના પથરની રેતાળ ભોંય ખનૈછે; સૂનાના પથરની સૂનાવાળી અને માટીના ખડકની માટીની ભોંય ખનશે.

૧૪૯. એમ પર્યતો ખઈ અને ખરી પડી માટી ખનતા. ન હોત તો જમીનઉપર જે લીલોતરી ઊગેછે તે ઊગત નહિ. અક્ષય પાહાણાની કઠણ ભોંયમાં ઝાડનાં મૂળ પેશી શકત નહિ. પરંતુ તેનાં પૃષ્ઠ ખઈ જવાથી તેઓઉપર, ખીણમાં, અને મેદાનોમાં સઘળે રથળે રસાળ માટી પથરાયછે; માત્ર ઉઝી. જાલી બેખડો અને સીધા ખડકોપર જ્યાં તેઓનાં ક્ષય પામેલાં પૃષ્ઠો તેઓ ઉપર રહી શકતાં નથી ત્યાં તેઓ નાગા અને લીલોતરી વગરના રહેછે.

૧૫૦. એમ પહાડો અને જમીનનાં પૃષ્ઠ સદા ખઈ જાયછે તેથી માટી નિરંતર ખન્યાં કરેછે. અરેખર એ પ્રમાણે ન થવું હોત; અને જમીનપર માટીનું પડ બંધાયા પછી તેટલુંનું તેટલુંજ રહેવું હોત, તેમાંથી કાંઈ જાય નહિ અને નવું આવે નહિ, તો તેનો તમામ કસ ચૂશી લઈ વનરપતિ તેને કેટલેક કાળે નીરસ અને ઊજડ કરી મૂકત. પરંતુ તેનો કેટલોક ભાગ વરસાદમાં ધીમે ધીમે ધોવાઈ જાયછે, અને ખવાઈ જઈ ખરી પડેલા ખડકોની ખનેલી નવી માટી તેમનાપર ધસડાઈ આવી ઢરેછે. વળી તેની

તળે રહેલી જમીન અને પાહાણા અર્ધ જઈ તેની માટી ખનતી જાય છે. છૂટા પથરા પણ નિરંતર અર્ધ જવાથી તેઓની નવી માટી ખને છે. એ રીતે દિવસે દિવસે નવી માટી ધીમે ધીમે ખને છે અને જૂની છે તે તાલ થાય છે.

૧૫૧. વનસ્પતિ પણ માટી ખનાવવામાં અને તેને રસાળ રાખવામાં મદદ કરે છે. તેમનાં મૂળ પથરાના કણ અને ફોટામાં પેશી તેમને છૂટા પાડે છે. જે કાર્મોનિક આસિદ્વડે પથરા ખવાઈ જાય છે તે ઘણાખરા એના કોહી ગયેલા રેસામાંથી નીકળે છે, ને વળી માટીમાં સકરણુ પદાર્થનો ભાગ પણ તેનોજ ખને છે. માટી ખોદીએ છીએ ત્યારે જે સાધારણ કીડા જીવામાં આવે છે તેઓ પણ માટીની મેળવણીમાં અને અંદર જે કાંઈ હોય છે તે સપાટીપર લાવવામાં ઘણા ઉપયોગી છે.

૧૫૨. ભોંયના આ ક્ષય તથા જીર્ણોદ્ધારવિષે વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે આપણને જણાય છે કે તે નીચાણમાં એટલે દરિયા ભંજી મુસાફરી કરે છે એમ કહીએ તો ચાલે. જાયા પર્વતોનાં શિખરો અને બાજુઓમાંથી ખરી પડેલા રજકણોને સેંકડો કે હજારો વરસ મુસાફરીમાં લાગે; ઘણો કાળ તેઓ ઢાળપર પડી રહે; પછી તેઓ નીચે ધસડાઈ ખીણની માટીમાં ભળે; ત્યાંથી કંટલેક વરસે નદીને તળીએ કે તીરે ધસડાઈ ડરે; અને એ રીતે માર્ગમાં પુષ્કળ મુકામ કર્યા કેડે આખરે દરિયામાં જાય છે.

૧૫૩. વરસાદ ધરતીપરથી ધૂળ, માટી, ને રેતી કેટલી અધી ધસડી જાય છે તેનો કાંઈક વિચાર મનમાં આણવા માટે હરેક ભારે વરસાદ કેડે આ દેશમાં જે થાય છે તેપર ધ્યાન આપો. જે કચરો એટલે ક્ષય પામેલા પાહાણાનો ચૂરો વરસાદના પાણીમાં ભળી જાયાણુ ભણીથી ધસડાઈ આવે છે તેને લીધે પ્રત્યેક નાની મોટી નદીનું અને બધાં નાળાં અને વહેણાનું પાણી મેલા રગડા જેવું હોય છે. જે કચરાથી પાણી ગંદું દેખાય છે તે કચરો ક્ષય થયેલા પાપાણુના કીણા રજકણો

છે; વધારે જાડો ભાગ પાણીને તળીએ તણાયો જાયછે. નદીઓમાં અને વહેણામાં પાણી વહેછે. તે ને કામ કરેછે તે તમે જુઓ. અને અત્યારે ને કામ તેઓ કરેછે તે કામ ઘણા યુગો થયાં કર્યાં જાયછે એ વાત સંભારો, તો વગસાદ ને પહેલાં તો બહુ નજીવી વસ્તુ દેખાયછે તેની કૃતિથી દેશની ધરતીપર કેવી રીતે મોટા ફેરફાર થાયછે તે તમારા સમજવામાં આવશે.

૬. નદીનાળાં. તેમની ઉત્પત્તિ કે મૂળ.

૧૫૪. વરસાદનું પાણી ક્યાં જાયછે તે વિષય ૧૦૭ મી કલમમાં છે. તે વાત ફરીને કહું છું. તમને યાદ હશે કે વરસાદના પાણીનો કેટલોક ભાગ ભોંયમાં ઊતરેછે, અને ફરીને સપાટીપર આવેછે એ આપણે જાણ્યું. તેનો ખાફીનો ભાગ ધરતીની ઉપર નદીનાળાંમાં વહેછે તેની ખોળ હવે કરીએ.

૧૫૫. વરસાદ મસ વરસતો હોય તે વેળા કાંઈક ઢાળ પડતા રસ્તાને જાંચાણને છેડે જાભા રહી નિરીક્ષા કરવાથી આ ખાખત જેવી સમજનશે તેવી ખીજાં ઘખલાથી નહિ સમજાય. વગસાદ વરસવા માંડેછે તે વેળા જાણે તમે ઢાળને મથાળો છો. પ્રથમ મોટાં ફેરાં પડવા માંડેછે તેઓની છાપ ધૂળમાં પડતી દેખાયછે (૧૪૬ મી કલમમાં જણાવીછે તેવી). વરસાદ વધેછે તેમ ધૂળ વધારે પલળી જાયછે, ને પછી પાણી વહેવા માંડેછે, અને રસ્તો જળમય થઈ જાયછે. હવે શી રીતે પાણી વહેછે તે નિહાળો.

૧૫૬. વધારે ઝીણી નજરે રસ્તો તપાસશો તો તમને તે ખરખમડો એટલે પુષ્કળ નાના ઢેકાઢેવાવાળો જણાશે. એક ઢેકાણે લાંબો ખાડો હોયછે, અને ખીજે ઢેકાણે રોડું બહાર નીકળી આવેલું હોયછે એમ ઘણીક જગ્યાએ નાનકડાં ખાડા, ટેકરા, ઢાળ વગેરે અસમાનતા, રસ્તો કોરો હતો તે વેળા તમારી નજરે ઝટ પડતી નહોતી, પરંતુ પાણીએ તુરત દેખાઈતી

કરી છે. દરેક નાનો ખાડો અને ઢેકો પાણીના રેલાને વાળે છે કે દોરે છે, અટકાવે છે કે દોડાવે છે. વરસાદનાં ફારાં એકઠાં થઈ રેલા બને છે ને ખાડામાં વહે છે; એ નાના ખાડા ભરાઈને ઊભરાય છે ને પાણી આગળ વહે છે; અને જમીનની સપાટીથી ઊંચાં ઢેપાં હોય છે તેઓ રેલાને અટકાવી આમ તેમ વાળે છે.

૧૫૭. એ ઢાળને મથાળે પાણીના માત્ર મંદ વહેળા ચાલતા દેખાય છે. પરંતુ જરાક નીચે તેઓ સંખ્યામાં ઘટે છે અને કદમાં વધે છે. હેઠળ ઊતરતાં તેઓ એકઠા મળે છે; અને એ રીતે ઢાળને તળીએ મોટા અને ઝડપથી ચાલતા વહેળામાં ઢાળના ઊંચા ભાગમાંથી પુષ્કળ નાના વહેળા ભળી ગયેલા હોય છે.

૧૫૮. કોઈ દેશ કે ખંડના ઢળતા પૃથ્વીપરથી વરસાદનું પાણી જે રીતે વહી જાય છે તે રીત એ ઢાળના નીચાણ ભણી વહેતા રેલા ભળી જઈ તેઓ મોટા થતા જાય છે તેપરથી બેશ સમજાય છે. આ દૃષ્ટાંતને આગળ ફરીને સંભારીશું.

૧૫૯. ઢળતે રસતે પાણી શાથી વહે છે? નદીઓ શાથી વહે છે? અને હમશા તેની તેજ દિશામાં તેઓ શા માટે વહે છે? તમારાં હાથમાંથી પથરો છૂટે છે ત્યારે જે કારણને લીધે તે ધરતીપર પડે છે તેજ કારણને લીધે તેઓ વહે છે; કેમકે પૃથ્વીના મધ્યબિંદુ ભણીનું આકર્ષણ જેને ગુરૂત્વાકર્ષણ કહીએ છીએ તેની સત્તા નીચે તેઓ છે (પદાર્થવિજ્ઞાન પ્રવેશ પોથી ક. ૪). વરસાદનું દરેક ફોરૂં પૃથ્વીપર પડે છે તેનું કારણ એ કે આ આકર્ષણના બળે તે નીચે ખેંચાય છે. તે જમીનપર પડે છે ત્યારે પણ તે સદા એની એજ સત્તાને તેટલુંજ આધીન છે; અને તુરત સૌથી પાસેનો માર્ગ જડે તેમાં તે નીચે વહે છે. વાદળાંમાંથી પૃથ્વીપર તેનું પડવું પાધરૂં અને ઉતાવળું છે; કોઈ વહેળાના ભાગ તરીકે પર્વતોપરથી નીચે ઊતરી દરિયામાં જવાનો તેનો માર્ગ ઘણાવાર ભાંગો અને ધીમો હોય છે; પરંતુ તેની ગતિનું કારણ બેઠમાં એકજ છે. કોઈ વહેળાનું આડે આવળે ને વાંકે

અંકે રરતે વહેવું, કોઈનું ધસારાબધ થાવું. કોઈનું ધોધરૂપે મોટી ગર્જના સાથે પડવું. અને જોડી નદીઓનો અવાજ વગરનો ગંભીર પ્રવાહ, એ સર્વે પૃથ્વીપરના પાણી ઉપર ગુરૂત્વાકર્ષણની સત્તા કેવી પ્રબળ છે તેના પુરાવા છે.

૧૬૦. વરસાદના પાણીનો જે ભાગ ભોંયમાં ઊતરી જતો નથી તેને એ રીતે આકર્ષણે ખેંચાઈ છેક પાસેના ઢાળની વાટે તુરત નીચે વહેવું પડે છે, અને છેલ્લે ત્યાંથી અગાડી જવાનો માર્ગ મળે નહિ ત્યાંસૂંથી વહાં કરવું પડે છે. જમીનના પૃથ્થ પર મોટા ખાડા હોય છે તેમને સરોવર કહે છે, અને આપણે આલવાના રરતા પર ખાડા હોય છે તેમાં વરસાદનું પાણી ભરાઈ રહે છે તેમ એ વહેતા પાણીનો થોડોક ભાગ સરોવરમાં ભરાઈ રહે છે. પરંતુ ઊપલાણેથી જેટલી તરાથી પાણી અંદર આવે છે તેટલી તરાથી નીચલે ભાગેથી ધણાંખરાં સરોવરોનું પાણી બહાર વહી જાય છે, તેથી બધા પાણીને જાથુ સ્થિર રહેવાની તે જગ્યા નથી. સરોવરોમાંથી જે નદીઓ નીકળે છે તેઓ આગળની પેઠે દરિયા ભણી જાય છે. માટે સર્વે વહેનાઓનો માર્ગ નીચાણ ભણી છે, અને સાગર એ મોટો જલાશય છે, જેમાં જમીનપરનું પાણી નિરંતર વહાં કરે છે.

૧૬૧. ધરના છાપરાની પેઠે કાંઈ દેશની સપાટી માત્ર લાંબી સાફ ટેકરી હોય તો ખેડ બાજુએ થઈને વરસાદનું પાણી ઝઠ વહી જાય. પરંતુ જમીનની સપાટીનું સામાન્ય લક્ષણ એવું છે જ નહિ. પર્વતો, ડુંગરા, ખીણ, નેળ, અને સરોવરોવડે છેક અસમાન અને ભિન્ન ભિન્ન રૂપ બનેલાં છે. પરંતુ આ મોટી અસમાનતા એકદમ દૃષ્ટિએ પડે છે તે સિવાય જે સ્થળો પહેલાં તો છેક જ સપાટ દેખાય છે તેઓ પણ કાંઈવાર ઢાળ પડતાં અથવા લગીર જ્યાં નીચાં હોય છે. જેમકે પેલા રરતાની જમીનીથી સપાટી પહેલે તો દેખાઈ નહિ, પણ વરસાદ આવ્યા પછી ખુલ્લી થઈ. એ પ્રમાણે દેશની સપાટીનું અતિ શુદ્ધ માન કરે-

નાર પાણી છે. ચરતે ઢાળે તે કદી વહેશે નહિ; હમેશા નીચાણમાં વહેછે.

૧૬૨. એપરથી સમજાયછે કે દેશનાં ખંધાં પૃથ્વીપર સરખો વરસાદ વરસે તોપણ તેનું પાણી સઘળાપર સરખું વહે નહિ. કેમકે ભાંય જાંચી નીચી હોયછે અને વરસાદનું પાણી નીચાણમાં દોડી જઈ ખાડામાં વહેછે. એજ અસમાનતાને લીધે વરસાદનું પાણી નાળાંમાં એકઠું થાયછે અને એ નાળાંનું પાણી નદીઓમાં જાયછે.

૧૬૩. એ રીતે હરકોઈ દેશમાંહેલાં નદી નાળાં પાણીના સ્વાભાવિક માર્ગ કેનીક છે તે વાટે વરસાદનું વધારાનું પાણી, જે જમીનમાં કે ઝરાણમાં જતું નથી તે ફરીને સાગરને જઈ મળેછે. વરસાદના પાણીના મોટા જથ્થાવિષે તથા દેશના જાંચા ભાગોમાંહેલાં પુષ્કળ વહેળા અને નાળાંવિષે વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે એ સઘળા વહેળાઓનું પાણી નીચાણની જમીનપર ફરી વળ્યા સિવાય દરિયામાં ભાગ્યે જઈ શકે એમ પ્રથમ દીસેછે. પરંતુ એ રીતે થતું નથી; કેમકે એ વહેળા એકઠા મળેછે ત્યારે તેમાંના એક વહેળાના માર્ગની પહેળાઈથી ખમણો પહેળો માર્ગ તેમને જોઈતો નથી. એથી ઊલટું તેઓ એકઠા મળવાથી એક વહેળો થાયછે તે જે વહેળામાંથી તે વહેછે તેમાંના હરકોઈના જેટલો પહેળો હોતો નથી. પરંતુ તેનો વેગ અને જડાઈ વધેછે. એ રીતે હજારો નાના વહેળા એકઠા થઈ નીચે ઊતરવાથી ઓછી ઓછી જગ્યા રોકેછે અને છેલ્લે કોઈ મોટા પ્રદેશમાંહેલું વધારાનું ખંધું પાણી એકજ નદીમાર્ગે દરિયામાં જાયછે.

૧૬૪. વરસાદ વરસતો વેળા રસ્તાનું દૃષ્ટાંત લીધું હતું તે પાછું લેઈએ. ઢાળને તળીયેથી નીકળી ઉપર ચડતા ગયા તેમ વરસાદના પાણીના નાના વહેળાઓ નાના નાના થતા તમારા જોવામાં આવ્યા, અને મથાળે ગયા ત્યારે ખિચકુલ વહેળા હતાજ નહિ. એ ઢાળને ટોચેથી ખીજી મેર સામી દિશાએ ઊતરવાનો ઢાળ છે. એ ખીજી ખાજૂએ થઈ તે રસ્તાપર

ઊતરેા તો સામી દિશામાં ઊતરતા ખીજ વહેળા કદાપિ તમારા દીઠામાં આવેછે. મથાળે વરસતા વરસાદનાં પાણીના વિભાગ થતા દેખાયછે; થોડુંક પાણી એક ખાખૂએ અને થોડુંક ખીજ ખાખૂએ વહેછે.

૧૬૫. એક રીતે દરિયાપરથી કાઈ નદીપર ઊપલાણે (દરિયાથી દૂર) દેશના અંદરના ભાગમાં જશો તેમ વધારે સાંકડી થતી દેખાશે; તથા તેમાં ભળનારા વહેળાઓ શાખાઓ વધારે વધારે આવતી જશે. વધારે જાએ ચઢશે તેમ એ શાખાઓમાં ભળનારાં નાનાં નાનાં અને ઝરાડી ઉપશાખાઓ પુષ્કળ આવશે. પછી એ ઉપશાખાઓમાંની હરકાઈને કાંઠે કાંઠે ઉપર ચઢેા ને તેનું મુળ ખોળો. છેવટે તે નાના ઝરાના મુળ આગળ પહોચશે. અને ત્યાંથી વધારે જાએ ચઢશે એટલે ટાંચે આવી પહોચશે. તેની ખીજ ખાખૂની નીચે સધળા વહેળાઓ સામી દિશામાં વહેછે. એ રીતે વહેળા જે ધાર કે લીટીને જે પાસે ઊલટી દિશામાં વહેછે તેને જળવિયોગસ્થળ કહેછે. ઉદાહરણ, હંગ્લાંડમાં કેટલીક નદીઓ આત્લાંતિક મહાસાગરમાં, અને કેટલીક ઉત્તર સાગરમાં વહેછે. એક પાસાના છેક ઊપલા વહેળાઓને ખીજ ખાખૂના છેક ઊપલા વહેળાઓથી જુદી પાડનારી લીટી નકશાપર દોરશો તો તે એ દેશનું જળવિયોગસ્થળ દર્શાવશે.

૧૬૬. પરંતુ એક અગત્યની ખાખતમાં પેલા રસ્તાનું દૃષ્ટાંત તદન ભ્રમ પડતું નથી. વરસાદ વરસેછે તે સમયેજ અથવા ભારે ઝાપડું પડ્યા કેડે તુરત રસ્તાપર પાણીના રેલા અને વહેળા ચાલેછે. વરસાદ બંધ પડેછે એટલે પાણી સૂકાવા માંડેછે અને કેટલાક વખતપછી તે રસ્તા સખ્ત અને ધૂળવાળો થાયછે. પરંતુ વરસાદ બંધ પડેછે, ત્યારે નદી અને નાળાંનું વહેણ બંધ પડતું નથી. ઊનાળામાં વરસાદ આવતો નથી ત્યારે પણ નદીઓનો પ્રવાહ ચાલેછે; ચોમાસા કરતાં નદીઓ નાની થાયછે; ચોમાસાના જેટલું પાણી આપણી નદીઓમાં શીઆ-

ળામાં ને ઊનાળામાં હોતું નથી તોપણ વગર વરસાદે પ્રવાહ ચાલેછે. તેઓમાં પાણી ક્યાંથી આવેછે ? જમીનની અંદરના પાણીવિષે જે વાત પાછળ કહેવામાં આવીછે તે તમને યાદ હશે તો તમે ઉત્તર દેશો કે નદીઓમાં વરસાદનું પાણી વહેછે તેમ ઝરાનું પણ વહેછે.

૧૬૭. એમાંનું ન હોય તોપણ ઝરામાંથી નદીઓમાં પાણી જાયછે એટલે તેમનો પ્રવાહ ચાલેછે. પરંતુ ભારે અનાવૃષ્ટિ થાય તો ધણાંક ઝરાણુ, તેમાં વિશેષેકરીને છાછર ઝરાણુ, સૂકાઈ જઈ વહેતાં બંધ પડેછે, અને તેમાંથી જે નદીઓને પાણી મળેછે, તેઓ પણ સૂકાઈ જાયછે. આપણા દેશમાં જે નાની નદીઓ છે તેઓમાં એમ બનેછે. પણ મિરિસરિસપિ જેવી દુનિયામાંહુલી મોટી નદીઓ એટલા બહોળા પ્રદેશોપર વહેછે કે હરકાઈ રથળમાં વરસાદ વરશ્યાથી કે અનાવૃષ્ટિ થવાથી તેમના પાણીમાં દેખાઈતો તફાવત પડતો નથી.

૧૬૮. પરંતુ દુનિયાના કેટલાક ભાગોમાં નદીઓ શિયાળામાં અને વસંત ઋતુમાં જેવડી હોયછે તેનાકરતાં ઊનાળામાં તેઓ વધારે ભરપૂર હોયછે. હિદાહરાણુ, ઊનાળાની ગરમી વધતી જાયછે તેમ હાઈન નદીમાં પાણી ચઢવા માંડેછે, અને શિયાળાની ઠાઠ પડવા માંડેછે તેમ ઊતરતું જાયછે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે એ નદીનું મૂળ પુષ્કળ ખરકવાળા પર્વતોમાં છે. ઊનાળામાં ખરક જલદી ઓગળી જાયછે એટલે તેમાંથી જે પાણી વહેછે તે નદીનાળાંમાં જવાથી તેઓમાં પુષ્કળ પાણી થાયછે. એથી ઊલટું શિયાળામાં ખરક ઓગળતો નથી; વાતાવરણમાંથી પર્વતોપર જે પાણી પડેછે તે મુખ્યત્વે ખરકરૂપે હોયછે; અને ઠાઠ એટલી બધી હોયછે કે નાળાં પણ ઠરી જાયછે. માટે શિયાળામાં એ નદીઓનાં મૂળ ઓગળ વહેતાં પાણીની છત બહુ ઘટી જવાથી એ નદીઓ પ્રમાણમાં વધારે નાની થઈ જાયછે.

૧૬૯. સારાંશ.—પાણીના પ્રસરણ કે ભ્રમણસંબંધી. આ

અને પાછલા પાઠોમાં જે હકીકત કહેવામાં આવી છે તેનો સાર લઈએ:—જમીનના છેક જિયા ભાગોથી તે નીચે દરિયા-સુધી પાણી નિરંતર નીચાણ ભણી વહે છે. તે આખી સપાટી પર પ્રસરી વહેતું નથી, પરંતુ ખાડામાં એકઠું થાય છે. ત્યાં તેના વહેણ ને નદીઓ બને છે તેઓ હમેશા નીચાણમાં ખાડાં અવળાં વહે છે, અને છેલ્લે સાગરમાં મળે છે. સમુદ્રમાંથી વરાળ વાતાવરણમાં સદા જાયે ચઢે છે; ત્યાં સંકોચન પામી વરસાદ કે ખરફને રૂપે જમીનપર તે પાછી આવે છે, અને નીચાણમાં સમુદ્ર ભણી વહેનારી નદીઓને પાણી પૂરું પાડે છે. પાણીનો આ પ્રસાર કે ફરવું બંધ પડ્યા વિના સદા થયાં કરે છે.

૭. નદીનાળાં. તેમની કૃતિ.

૧૭૦. આ લઘુ પુસ્તકના પહેલા પાઠમાં નદીની કૃતિ નિહાળવાની તમને ભલામણ કરી હતી. જે વા વરસાદના તોફાનનું તે વેળા વર્ણન કર્યું હતું તે તોફાન થયાની પહેલાંના ત્યાં ગયા છીએ એમ ધારો. ભાર વરસાદનું આવકું થયાથી નદીમાં હળુ રેલ આવી નથી. રેતાળ પાત્રમાં તે હળવે હળવે વહે છે; તે આખા પાત્રમાં વહેતી નથી, પરંતુ પાત્રનો ઘણોક ભાગ કોરો છે. કાંઈ ડોકાણે ભેટ પડી ગયા છે, અને કાંઈ જગે પાણીનાં ખાખીયાં થઈ રહ્યાં તેઓની વચ્ચે વાંકી ચૂંકી વહે છે, ને વરસાદ આવ્યાને ઘણા મહીના થઈ ગયા છે તેથી પાણી બહુ ઘટી ગયું છે, તથાપિ તે નિર્મળ છે. જમીનપરનું વધારાનું પાણી ધીમે ધીમે દરિયા ભણી તે લઈ જાય છે તે સિવાય એ આજસુ નદી ખીજું કાંઈ કામ કરતી જણાતી નથી. પરંતુ તેને કાંઈ ખીજું કામ કરવાનું છે, અને એ વેળા પણ તે કામ તે કરે છે એ સાંભળી તમને અચંબો લાગશે.

૧૭૧. વાર, નદીનું પાણી ક્યાંથી આવે છે તેવિષે વિચાર કરો. આપણે જોઈ કે ઘણું પાણી તો અરણ્યોમાંથી આવી મળે છે, અને અરણ્યોનાં પાણીમાં તેનાં પાત્રોમાંના ઓગળેલા ખનિજ પદાર્થો વત્તા ઓછા હોય છે. માટે દરેક નદીમાંથી દરિ-

શામાં એકલું પાણીજ જાયછે એમ નથી, પરંતુ ખનિજ પદાર્થનો મોટો જથો જાયછે. ઉદાહરણ, એવી ગણતરી કરવામાં આવીછે કે ૩,૩૨,૦૦૦,૦૦૦,૦૦૦ છીપો અને તેટલો ચૂનો હાથન નદીમાંથી ઉત્તર સાગરમાં દરવર્ષે જાયછે. ઓગળી રસાયની યોગે ભળેલો આ પદાર્થ દૃષ્ટિએ પડતો નથી અને પાણીના રંગને કાંઈ હરકત કરતો નથી. આરે માસ કે જ્યાંસૂધી પ્રવૃહ ચાલેછે ત્યાંલગી પાષાણોના દ્રવ્યનો એ અદૃશ્ય પદાર્થ પાણી-જોડે વહો જાયછે.

૧૭૨. પરંતુ હવે પૂર આવેલુંછે તે વેળા એજ નદીની હવે નિરીક્ષા કરીએ. પાણી રવચ્છ નથી પરંતુ કાણુ અને ગંદું છે. પાણીમાં રહેલી રેતી અને કાદવને લીધે રંગ ખાદલાયછે એવું તમે શોધી કાઢ્યુંછે. ધણીવારસૂધી ઊભા રહી પૂરવાળો ડોહળાયલો પ્રવાહ તેના પાત્રમાં વહેતો નિહાળો. એ સમયે તમારી પાસે થઈને સેંકડો માણુ કાંકરા, રેતી, અને કાદવ તણાઈ જાયછે. રસાયની દ્રાવણમાં રહેલા ખનિજ પદાર્થ ઊપરાંત ખીજ પુષ્કળ દૃશ્ય પદાર્થો સહિત તે નદી દરિયા ભણી ઉતાવળી વહેછે. એપરથી સ્પષ્ટ જાણાયછે કે નદીઓની કૃતિનો એક મોટો ભાગ જમીનના ખરી પડેલા અને પાહાણાના ખવાઈ ગયેલા પદાર્થો ઝરાણુ કે વરસાદવડે ધસડાઈ આવેછે તેઓને દરિયામાં લઈ જવાનો છે.

૧૭૩. વળી જમીનના પૃથ્થનો નાશ કરવામાં નદીઓ પણુ શામિલ છે. પૂર ઊતરી ગયું હોય ત્યારે કાંઈ વહેજાનાં કાંઠા કે પાત્રને તપાશીને જોવાથી આ ખાખતપર તમારી ઝટ ખાતરી થશે. જે ઠકાણે નક્કર ખડકપર નદી વહેતી હોયછે ત્યાં તે રોક ધસાઈને લીસો થયેલો દીઠામાં આવેછે; અને વહેજાના મા-ગુમાં પડેલા પથરા ઓછા વત્તા ગોળ અને લીસા થયેલા હોયછે. એ પથરા હિમ કે કાંઈ ખીજ કારણને લીધે ખડક અને ટુકડીઓ પરથી પહેલાં ખરી પડેલા તેવેળા ધારવાળાં હતા, તેનો પુરાવો હરકાઈ ઊભા ખડકને અને ડૂંગરાને તળીયે પડેલા

પત્થરના ઢગલા જોવાથી મળશે. પરંતુ તેઓ હેઠ પડી નદીમાં તણાયા ત્યારથી ગખડવા અને ઘસાવા લાગ્યા અને છેવટે તેમની તીક્ષ્ણ ધાર ઘસાઈ તેઓ ગોળ થયા; નદીકાંઠાના સાધારણ કાંકરા અને કાંકરી દેખીએ છીએ તેવા ક્ષીસા બન્યા.

૧૭૪. એ પથરા ઘસાયછે તેની જોડે નદીનાં જે પાત્રોમાં તેઓ ઘસડાયછે તેની તળીયે અને ખાત્તૂએ આવેલા પાહાણા પણ તેઓથી ઘસાયછે. કોઈ વખતમાં તળીયે કાંકરા ચકરડી



આદૃતિ ૧૦ મી-નદીનાં પાહાણાવાળાં પાત્રમાં પડેલા ખાડા.

ફર્કા કરેછે તે જોઈ શકીએ છીએ. એથી સંગીન પાષાણમાં ખાડા પડેછે. બનાજામાં પાણીનો ટોટો પડેછે તે વેળા એવી નદીમાં એવા ખાડા ખુલા દેખાયછે; તેઓ કેવા સારા ઓ-

પાયલાછે એ પાણુ જોઈ શકશો. તેઓનો સામાન્ય દેખાવ ૧૦ મી આકૃતિમાં ખતાવેલોછે.

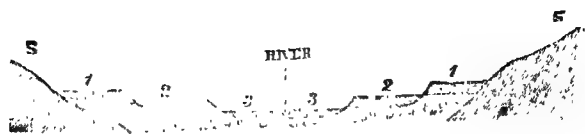
૧૭૫. હવે સ્પષ્ટ છે કે, નદીનાં પાત્ર અને તેમાંના પથરાંના હમેશાના ધસારાથી એ પરિણામ થવાં જોઈએ. પહેલું, પુષ્કળ કાદવ અને રેતી થવાં જોઈએ; અને ખીચું, નદીનું પાત્ર ધસાઈ ધસાઈને વધારે ઊંડું અને પહોળું થવું જોઈએ. ખડકો અને જમીનના પૃષ્ઠથી ખરી ગયેલી પૂરણાને વરસાદ ધસડી લાવે તેમાં એ રેતી અને કાદવનો ઉમેરો થાયછે. એમ ખોદાઈ નદીનાં પાત્ર ઊંડાં અને પહોળાં થવાથી ખો અને કાતર જેવા મનોરંજક દેખાવ નક્કર ખડકમાં દેખીએ છીએ.

૧૭૬. નદીઓમાં કાદવ અને રેતી હોયછે તેનું કારણ હવે તમારા સમજ્યામાં આંબું. કાદવ, રેતી, કાંકરા, અને પથરાનાં ગરબાં નદીઓ નિરંતર ધસડી લઈ જાયછે તેમનું શું થાયછે તેવિષે તપાસ કરીએ.

૧૭૭. વળી જાનાળામાં નદીના પાત્રની નિરીક્ષા કરો. એક ઠેકાણે કાંકરાનો થર ખાંડેલોછે અને ખીચે ઠેકાણે રેતીનું પડ અંધાયલું તમારી નજરે પડેછે, તથા કાંઈ કાંઈ ઠામે નક્કર ખડકના કકડા ખોસાયલા દેખાયછે. કુટલાક છૂટા પદાર્થો સદા એવાયા જતા માલૂમ પડેછે. કાંકરા અથવા રેતીનો ઢગલો થોડા કાળસૂંધી એક ઠેકાણે રહે, પરંતુ તેમાં રહેલી જીણી કાંકરી અને રેજ પાણી જોડે ધસડાયાં કરેછે. વસ્તુતઃ જો છૂટા પદાર્થો પર પાણી વહેછે તેઓ કુટલીક ખાખતમાં નદીના જેવા છે. ઘણા વરસ કુડે તેને કાંઠે પાછા આવશો તો તે નદી ત્યાંની ત્યાંજ તમે જોશો, અને તેનાં તેજ નાનાં મોજાં, મંદ અવાજ, અને વમળ થતાં તમારી દૃષ્ટિએ પડશે, પરંતુ એટલા સમય સૂંધી નદી ત્યાંની ત્યાંજ હમેશ રહેછે તોપણ તેમાંનું પાણી જેમ આજે પાણુ બદલાતું તમે જોઈ શકાઓ તેમ તે વખતમાં દરમિનિઠે બદલાયુંછે. પાણી વહી જાયછે ને તે ઠેકાણે ખીચું આવેછે. એમ નદીના પાત્રમાં કાદવ, રેતી,

કાંકરા, વગેરે હમેશા હોયછે, પણ તેઓ સદા તેનાં તેજ હોતાં નથી. તેઓ પ્રવાહમાં હમેશા અગાડી ધસડાયછે, અને વહે-
ળાના ઊપલાણથી તેમની જગ્યાએ ખાળે આવેછે.

૧૭૮. માટે ધરતીના પૃથ્વીની ખવાઈલી અને ખરી પડેલી વસ્તુઓ નદીઓને તળીયે સ્થાયી મુકામ કરતી નથી. પરંતુ તેઓના પ્રવાહની જોડે જે તણાયછે તેમાંના ધણા ભાગને તે માર્ગમાં પડતો મુકેછે. નદીને કાંઠે સપાટ જમીન તમારા જો-
વામાં આવી હશે. તેની સપાટી પાણીની સપાટીથી માત્ર થો-
ડાક ૫૮ ઇંચી હોયછે. એ ભાગને ભાડું કહેછે. ધણીખરી નદીઓને કિનારે એવાં ભાડાં હોયછે, અને લીઝોતરી ઊગેલાં
લાંખાં સપાટ મેદાનમાં થઈને દરેકનો માર્ગ આડો અવળો
વળેજો દેખાયછે. નદીમાં તણાઈ આવેલા ધસાઈ ગયેલા
પાણીના પાણીક રજકંણોનું એ મેદાન ખનેલું હોયછે. ન-
દીમાં પૂર આવેછે તેવેળા કાદવ અને પાણી વધવાથી કાંઠાપર
ઊભરાઈ બેઠે બાજુએ નીચી જમીનપર જળ ફેલાયછે. નદીના
પાત્રની એમ બહાર ગયેલાં પાણીનું વહેણ ધીમું પડેછે; તેના
પ્રવાહને રોકાણ થવાથી તેમાંનો બધો કાદવ અને રેતી તેમાં
રહી શકતી નથી, તેથી તેઓમાંનો કેટલોક ભાગ તળીયે ઘસેછે.
એ રીતે જે ભાગપર રેલનું પાણી ફરી વળેલું હોયછે તે ભાગ-
પર માટીનો થર બંધાયછે, અને પૂર ઊતરી જાયછે એટલે એ
ધરને લીધે મેદાનની જગ્યાઈમાં થોડાક વધારો થાયછે. એ પ્ર-
માણ દરવર્ષે બનેછે અને છેલ્લે તે પ્રદેશ એટલો બધો ઊંચો
થાયછે કે છેક મોટી રેલ આવેછે ત્યારે પણ તેપર પાણી ચઢી
શકતું નથી, અને એ સમજી વખત વળી નદી પોતાનું પાત્ર
જેંડું ખોદતી જાયછે. નદી વાંકી ચૂંકી વહેછે તેથી તે પ્રદેશના
કેટલાક ભાગને ખોદીને તાણી જાયછે અને આગળ નીચા-
ણમાં નવો પ્રદેશ રચેછે. એ રીતે નદીની બાજુઓપર એક
એકથી જગ્યા પ્રદેશ ધીમે ધીમે થાયછે.



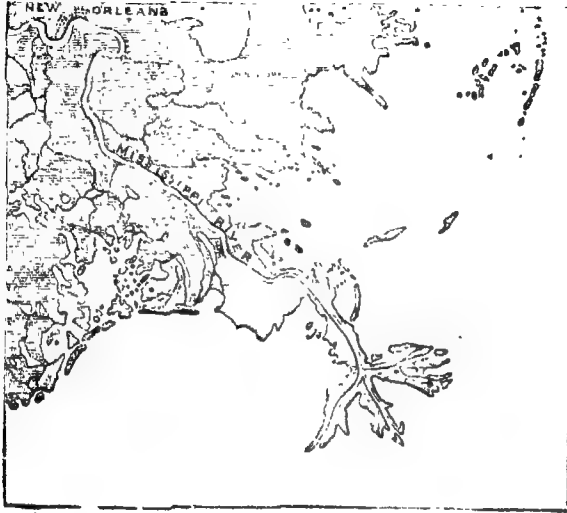
આકૃતિ ૧૧ મી.—નદીથી (૪-૪) ખીણમાં રેતી, માટી, અને કાંકરાના અવુક્રમે થયેલા પ્રદેશ (૧,૨,૩,) ના ખંડ.

૧૭૯. નોપાણુ એવા એક અથવા વધારે પ્રદેશ નદીની જે રેતી અને કાદવના ખનેછે તેઓ માંત્ર થોડા કાળસૂધીજ ત્યાં રહેછે. ત્યાંથીએ તેઓને ખસવાનું છે; નદીનાં પાણી કાંઠાને ખણીછે તેથી તેઓ ઘસડાઈ જાયછે.

૧૮૦. સાગરને અથવા સરોવરને નદી મળેછે ત્યારે તેના પ્રવાહને રોકાણ થાયછે, તેથી પાણીના પ્રવાહનું જોર ઓછું થાયછે અને તેથી તેમાંની રેતી અને કાદવ તળીએ ઘસેછે. તળી-આનો કેટલોક ભાગ ધીમે ધીમે પૂરાઈ નદીની સપાટી સૂધી ચઢી જાયછે, અને મુખ્ય વહેણની બેડ પડખે પહોળી ચપટી ભીની જમીન થાયછે. ખીણ પ્રદેશોમાં રેલ આવેછે તેમ એ ઉપર પણ આવેછે, અને તે વેળા એ જમીનપર કાદવવાણું પાણી ફરી વળી રેતીનો કે કાદવનો થર બંધાયછે અને છેલ્લે તે જમીન નદીની સાધારણ સપાટીથી ધીમે ધીમે ઊંચી ચઢી જાયછે. ત્યાં નદીના પુષ્કળ ફાંટા થઈ જઈ તેઓ એ જમીનમાં આડા અવળા વહેછે. એ સપાટ ભેજવાળી જમીનમાં વનરપતિ ઊગેછે; એ સ્થળે પ્રાણીઓને ખોરાક તથા આશ્રય મળેછે; અને એ પ્રમાણે નદીની કૃતિને લીધે નવો પ્રદેશ ખનેછે.

૧૮૧. નદીથી થયેલા આ સપાટ પ્રદેશોને દેહટા કહેછે. યુરોપના પ્રાચીન વિદ્વાનોના જાણવામાં નીલ નદીથી થયેલો પ્રદેશ હતો. તેનો આકાર ટ્રીક અક્ષર Δ ના જેવો તે ત્રિકોણ હોવાથી તે અક્ષરને નામે તેનું નામ પડ્યું. નદીના મુખની થડમાં જે પૂરણી ઠરેછે તેનો એ સાધારણ આકાર હોયછે; એ સપાટ

ત્રિકાણ પ્રદેશ જમીન ભણી સાંકડો અને દરિયા ભણી પહોળો



આકૃતિ ૧૨ મી.—મિસિસિપિનો દેહડા.

યાયછે. એમાંના કેટલાક દેહડા ઘણા મોટા હોયછે; જેમકે મિસિસિપિનો દેહડા.

૧૮૨. માટે જમીનના પૃષ્ઠ ઉપરથી ખવાયલી અને ખરી પડેલી અને નદીમાં તણાઈ આવેલી પૂરણીનો એવો દરેક પ્રદેશ બનેલોછે. એમાંના કેટલાક પ્રદેશ વિસ્તીર્ણ હોયછે, તોપણ એ રીતે ધસડાઈ આવેલી ખત્રી પૂરણી તેઓમાં દેખાતી નથી. ઘણો ભાગ દૂર તણાઈ દરિયાને તળીએ ઠરેછે. જે મોટા ખાડામાં જમીન અને પર્વતોની લૂંટ સંતાડવામાં આવેછે તે સાગર છે. ઘણો ખરો માલ તણાતો ત્યાં જાયછે.

૮. હિમક્ષેત્ર અને ખરફનો મોટો પટ.

૧૮૩. વરસાદરૂપે જમીનપર જે પાણી પડેછે તેના માર્ગનું વર્ણન કર્યું. હવે ખરફ (કલમ ૯૨) ના માર્ગવિષે તપાસ કરીએ.

૧૮૪. કાઈ દેશમાં જ્યાં પર્વતોનાં શિખરોપર વરસમાં ધણા ખસ લગી ખરક રહેછે. એમાંની કાઈ દોઝપર ઢંકાયેલી ફાટો હોયછે, તેમાં બિનાબાના તાપમાં પણ જાડી હિમની થાપણ બાઝેલી દેખાયછે. ત્યાં કાઈ છવાયલાં શીતળ સ્થળોમાં માત્ર ખરક ઓગળતો નથી.

૧૮૫. પરંતુ કાઈ ઠંડાણે પર્વતો વધારે જ્યાં હોયછે ત્યાં તેઓનાં જ્યાંમાં જ્યાં શિખરોપર ખરક કદી ઓગળી જતું નથી; તેઓ આખું વરસ ધોળા ચળકતા દીસેછે. આ જ્યાં હિમમય પ્રદેશોની શાંતતા તથા પ્રાંઢતાથી તમારા મનપર નેટલી અસર થાયછે તેટલી દુનિયામાંહેલી કાઈ વસ્તુથી ભાગ્યે થશે. ખીણમાંથી જોતાં એ પર્વતો એટલા વિશાળ અને આઘે, એટલા ધોળા અને સ્વચ્છ દેખાયછે, અને વળી તેની જોડે સવારે અને સાંજે જે રંગો આકાશમાં દીપેછે તે બધા એવી આશ્ચર્યકારક રીતે ગ્રહણ કરેછે કે, જે ધન પૃથ્વીપર આપણે વશીએ છીએ તેના ભાગ નહિ હોતાં તેઓ આકાશના ભાગ હોય એમ પ્રથમ ભાસેછે. પરંતુ તેઓપર ચઢીએ છીએ ત્યારેજ તેમની ખરેખરી અત્કારિક પ્રાંઢતા નજરે પડેછે. ઝાંપ વળે એવાં ધોળાં ચળકતાં શિખરો આકાશના કાળા આસ્માની રંગની સામે પ્રકાશેછે; તેમાં ઠંડાણે ઠંડાણે જંબુઆ રંગની છાયાની લીટીઓ પડેલી હોયછે, અથવા જે ધોળી ચાદરોનાં, પડ ધણા અંતરસૂધી ટેકરી અને ઢાળપર પથરાયેલાં હોયછે. અને જેમાંથી નીચે ખીણમાંહેલા દ્રાક્ષના ખાગ અને ઘાસની જમીન સૂધી જૂરા ખરકની લાંબી છબો જાણે પહોંચેલી હોયછે, તેમાં થઈને કાળા રોકના ગઢા બહાર નીકળી આવેલા હોયછે. આ જ્યાં હિમમય પ્રદેશમાં ગૂઢ શાંતતા હોયછે. કાઈ આઘેના ધોધનો અવાજ અથવા પર્વતમાંથી વહેતા પ્રવાહનો ધસારો ઘણે છેટેથી પવનની લહેર જોડે ધસડાઈ વખતે સંભળાયછે. ખરકનું ગમ્મતું છૂટું પડી ઢાળની નીચે ગખડી પડેછે

ત્યારે કોઈવાર ભારે ગડગડાટ પાણુ સંભળાયછે. પરંતુ એ અ-
વાજ અંધ પડેછે ત્યારે તેવડે વધારે ગૂઢ શાંતતા થાયછે.

૧૮૬. એવા સ્થળમાં સદા ખરફ શા કારણથી રહેછે અને
દુનિયામાં એ ખરફ શું કામ કરેછે તે જોઈએ.

૧૮૭. વાતાવરણના ઊપલા ભાગ અતિશય શીતળ હોયછે
એ વાત તો તમે ૯૬ મી કલમમાં શીખી ગયા. તમને ખબર
છે કે વળી ધ્રુવ નામે પૃથ્વીના એ સામસામેના ભાગની આ-
સપાસ છેક ઉત્તરમાં અને છેક દક્ષિણમાં હવા અતિશય ઠંડી
હોયછે—એટલી ઠંડી કે હિમ અને ચપ્પના ઊજડ વિસ્તારી પ્રદે-
શો ખનેછે, તે સ્થળે સાગર અને જમીન ઠંડી ગયેલાંછે, અને
ઊનાળાનો તાપ ખધા ખરફ ને ઓગાળીને ખસેડી રક્ષતો નથી.
આ એ શીતળ ધ્રુવ પ્રદેશની વચ્ચે જે ઠંડકાણુ પર્વતો એટલા ઊંચા
હોયછે કે તેઓ વાતાવરણના જે ઊંચા ભાગમાં શીત ખિંદુની
નીચે ઘણું કરીને ઉજળુમાન હોયછે તે ભાગને અડેછે તે ઠંડકાણુ
વામાંથી ધાડી થયેલી વરાળ વરસાદરૂપે નહિ પડતાં ખરફરૂપે
પડેછે. એટલે તેમનાં શિખર અને ઊપલા ભાગો ખરફથી સદા
ઢંકાયેલાં રહેછે. એવા ઊંચા પહાડી પ્રદેશોના ઊપલા ભાગોમાં
ઊનાળામાંએ ખરફ રહેછે, તોપણ તેની નીચેના ડુંગરોપર પડેલું
ખરફ ઊનાળામાં હમેશા ઓગળી જાયછે. કોઈ એક લીટી કે
મર્યાદાની નીચે જમીનપરનું ખરફ ઓગળી જાયછે, અને તેની
ઉપરનું ખરફ રહેછે એમ દરવરસે જોવામાં આવેછે. આ મર્યા-
દાને હિમરેખા કે નિર્મલ ખરફની મર્યાદા કહેછે. એની
જગ્યાઈ દુનિયાના જુદા જુદા ભાગોમાં ભિન્ન ભિન્ન હોયછે. વિષુ-
વવૃત્તની બેઉ ખાજૂએ ઉજળુ પ્રદેશોમાં તે વધારેમાં વધારે હોયછે.
એ ઠંડકાણુ તે સાગરની સપાટીથી પંદર હજાર ફૂટ ઊંચી હોયછે.
પરંતુ ધ્રુવ પાસેના શીતળ પ્રદેશોમાં તે સાગરની સપાટીની પાસે
હોયછે. ખીજી રીતે કહીએ તો ધ્રુવ પ્રદેશોમાં હવા એટલી ઠંડી

હોયછે કે સાગરની સપાટીની પાસે સદા ખરફ હોયછે, અને વિષુવવૃત્તના પ્રદેશે એટલા ગરમ હોયછે કે વાના જે ટાઠા ભાગમાં આપું વરસ ખરફ રહી શકે તેની પાસે પહોંચતાં હજારે ફૂટ ઊંચે ચઢવું પડે.

૧૮૮. ખરફનું તોફાન તો આપણા દેશમાં થતું નથી. વાતા-વરણમાં પ્રથમ તો થોડાં ખરફનાં ફૂલ વરસેછે; પછી તેઓ સંખ્યામાં અને કદમાં વધેછે, અને છેલ્લે જમીન ધોળી થવા માંડેછે; અને જેમ વખત જાયછે તેમ આખા દેશમાં છ કે બલકે વધારે ઇંચની જાડાઈના થીજેલા જળની ધોળી ચાદર પથરાઈ જાયછે. શીઆળામાં તે દેશમાં હોઈએ તો એ આપણે જોઈ શકીએ. - વરસાદ અને ખરફમાં મોટો તફાવત એ છે કે એટલાજ વખત સૂધી વરસાદ વરસ્યાં કરે તોએ રસ્તા અને ખેતરો દૃષ્ટિએ પડે, કેમકે વરસાદનું દરેક ફાંદ જે ઠંડાણ પડેછે તે ઠંડાણ પડી નહિ રહેતાં જમીનમાં નીચે ઊતરેછે, અથવા પાસેના નાળામાં વહી જાયછે. પરંતુ દરેક ખરફનું ફાંદ પવને કગીને ખીજે કાઢી ઠંડાણે ઊડી જાય નહિ તો તે જ્યાં પડેછે ત્યાંજ રહેછે. વરસાદનું પાણી જમીનપરથી જેમ ઉતાવળે જતાં રહેવાય તેમ જતું રહેછે; ખરફથી જેમ વધારે વાર રહી શકાય તેમ રહેછે.

૧૮૯. આ મોટા બેદને લીધે જળના એ બે પ્રકારની ખીજ કૃતિઓમાં એટલીજ મોટી ભિન્નતા પડવી જોઈએ. વરસાદનો માર્ગ તો તમે જોયો; હવે ખરફનું શું થાયછે તે ખોળી કહાડીએ:

૧૯૦. જે દેશમાં ખરફ સદા રહેતું નથી તેવા દેશમાં આ પ્રશ્નનો ઉત્તર એ છે કે શિયાળામાં જે ખરફ પડેછે તેને ઓગાળી શકે એટલી ગરમી વાયુમાં હોય નહિ ત્યાંસૂધી તે ભોંયપર

પડી રહે છે. પાણીના પૃષ્ઠપર વરાળ થાય છે તેમ ખરફના પૃષ્ઠ ઉપર થાય છે; માટે ખરફ પીગળી તેનું પાણી વહી ગયું ન હોય તો એપણ ખરફનું થડ વરાળ રૂપે વામાં શોષાયથી આખરે તે અદૃશ થાય, પણ ધણું કરીને તેમ ન થતાં તે વીધરી જાય છે; એટલે તાપ વધવાથી ખરફ ઓગળી જાય છે. ખરફ વીધરે છે ત્યારે વરસાદના પાણીની પેઠે તે પણ જમીનમાં ઊતરે છે અને નાળાં ભણી વહી જાય છે. ત્યારે પછી તેની પાછળ જેવા જવાની જરૂર નથી, કારણ કે વરસાદના પાણીનું જે થાય છે તેજ ખરફના પાણીનું થાય છે. તમારે એટલું યાદ રાખવું કે ખરફનો મોટો જયો ઉતાવળે વીધરી જાય તો દેશમાં પુષ્કળ પાણી વહી નદી-નાળાંમાં ઝટ પૂર આવે. એ રીતે નદીઓમાં એકદમ પૂર આવવાથી તથા પાણી ઊભરાઈ તેના કાંઠાપરનાં ખેતરોમાં અને ગામોમાં ફરી વળવાથી ભારે હાનિ થાય.

૧૯૧. જે દેશોમાં સદા ખરફ રહે છે તે દેશોમાં આખા વરસમાં ખરફ વરસે છે તે સમ્રાજા ખરફને ઊનાળાનો તાપ વીધારી શકતો નથી. ત્યારે એ થીજેલું પાણી ત્યાંથી ખીજી કંઈ રીતે ખસતું હશે? એ પર્વતોપરથી ખરફ કાંઈ પ્રકારે જાય છે એ તો સ્પષ્ટ છે, કેમકે જતું ન હોય, અને સેંકડો વરસ સુધી ત્યાં વરસો વરસ એકું થયાં કરે તો પર્વત ઉપર ખરફનો મોટો ઢગલો થઈ આકાશમાં ધણો ઊંચો જાય અને ખંધી બાજુઓએ પ્રસરી ધીમે ધીમે તેની આસપાસની તમામ નીચી જમીનને દાટી દે. પણ એવું કાંઈ થતું નથી. આ ગૌરવ હિમમય પર્વતોનો દેખાવ સેંકડો વરસ તેનો તેજ રહે છે. તેમનાં સ્વરૂપ વધતા જતા ખરફમાં ફેટાઈ જતાં નથી.

૧૯૨. વરસાદનું વધારાનું પાણી નદીમાર્ગે વહી જાય છે એ તો તમને સાંભરતું હશે. હિમરેખાની ઉપરનો વધારાનો ખરફ એજ પ્રકારે વહી જાય છે. તે હિમશ્રેણી પટ્ટીની વાટે વહી જાય છે.

૧૯૩. જ્યારે ખરફનો જમાવ પુરકળ થયો હોયછે ત્યારે ઊપલા યરનું નીચલા યરપર દખાણુ થવાથી તેઓ સજડ થાયછે. જમીનનું પૃથ્થ ધણું કરીને કોઈ દિશામાં ઢળતું હોયછે, ભાગ્યે છેક સપાટ હોયછે. જમ્યા પર્વતોના ઢાળ ધણીવાર લગભગ ઊભા હોયછે. ઢાળપર ખરફ ખડુ એકઠું થાયછે અને તેથી નીચેનું ઉપરના ભારથી કઠણ અને નફર ખનેછે ત્યારે તેના ત્યાં પડી રહેવાના વંગણને ગુરૂત્વાકર્ષણ તોડેછે, તેથી તે ખરફ ઊતરતે ઢાળે ધીમે ધીમે લપસવા માંડેછે. એક ઢાળપરથી નીચે ખીજા ઢાળપર, ત્યાંથી ત્રીજાપર એમ હેડે ઊતરેછે, અને આ સપાસના ઢાળપરથી લપસી આવતા ખીજા ઢગલા તેમાં મળતા જાયછે. છેલ્લે આગનો ભાગ લાંબો પડી જેવો ખની લપસતો કોઈ ખીણમાં નીચે ધીમે ધીમે ઊતરેછે, અને ત્યાં વીધરી જાયછે; ખરફના મોટા પટ તે હિમસેત્ર, અને તેનો જે સાંકડો ભાગ ખીણમાં ઊતરે તે હિમસેત્રની પડી. દેશમાંનું વધારાનું પાણી નદી વાટે વહી જાયછે, તેમ એ હિમસેત્રનો વધારાનો ખરફ એ વાટે વીધરી જાયછે. હિમસેત્રની એ નીચે ઊતરતી પડીને હંથેજ ખોલીમાં ગ્લેઝિયર કહેછે. આપણા દેશમાં એવા જમ્યા પર્વત નથી તેથી એવું ખનતું નથી, અને એને માટે ખોલ નથી, પણ હિમાલય પર્વતપર એમ થાયછે તેથી ત્યાંના લોકમાં એને માટે કોઈ શબ્દ કદાપિ હશે.

૧૯૪. પરંતુ હિમસેત્રમાંથી ખરફનો જે પટ બહાર આવેછે તે ખરફનો નથી, પણ ચખનો છે. ખરફ નીચે સરેછે તેમ દખાળને તેનો ધન હિમ કે ચખ ખનેછે. દરેક ખરફનું કોઈં ઝીણા ખિલોરના દાણાનું ખનેછે. એ ઝીણો સ્ફટિક જેવો કણ ચખ છે. એ રીતે ખરફનો ઢગલો ચખના ઝીણા કણનો જયો છે, ને એ કણની વચ્ચે વા રહેલોછે. માટે ખરફ દખાયછે ત્યારે માંહેલો વા બહાર નીકળી જાયછે, અને ચખના છૂટા રહેલા

કાણુ એકઠા ખાત્રી ધન ગચ્છી બનેછે. એ હાથની વચ્ચે લાડવા કરેછે તેમ વરસેલા ખરફને જોરથી દબાવ્યાથી તેનો કાણુ ગોળો બનાવી શકાયછે. જેમ વધારે જોરથી દબાવી શકાય તેમ તે ગોળો વધારે કાણુ થાયછે. ફૂલ ખરફમાંથી એટલે ફૂલ હિમ-માંથી ધન હિમ બનતાં જ થાયછે તેજ હાથવતે ગોળો કરવાથી થયું. માંહે ભરાઈ રહેલા વાને દાખી કાઢવાથી હિમકણુ પાસે પાસે ખાઝવાથી કાણુ થાયછે. તોપણ હાથના બળથી જરાએ જરા-વાને કાઢી નાખી શકાતો નથી. તેથી ખડુ જોરથી દાખ્યા છતાં પણ માંહે પૂરાયલા વાયુને લીધે તે ગોળો ધોળો રહેછે. પણ હિમક્ષેત્રમાં નીચેના ફૂલ હિમ ઉપરજ ધાણું વધારે દબાણુ થાયછે; જેમ ઉપર ભાર વધે તેમ તેમ દબાણુ વધારે થાય ને તેથી તે દબાયલા હિમકણુની વચ્ચે રહેલો વા નીકળતો જાયછે, અને છેલ્લે તે ખરફ સ્વચ્છ પારદર્શક પાપાણુ જેવો થાયછે. તે ધન હિમ કે યખ બનેછે.

૧૯૫. મોટે ગ્લેઝિયર એટલે હિમક્ષેત્રની નીચે જોતરેલી પટ્ટી એ નદી છે, પણ તે પાણીની નદી નથી. હિમક્ષેત્રમાંથી જોતરેલા ધન હિમની નદી છે. કાઠવાર તે હિમરેખાની ખડુ નીચે જોતરેછે. આખી ખીણને ઢાંકી દઈ હળવે હળવે નીચે આવે-છે. જોનાળામાં દરરોજ આખો દિવસ તેનું પૃષ્ઠ ધીગળી સ્વચ્છ પાણીના બહેળા તેપર દોડેછે; પણ રાતે તેઓ થીજી જાયછે. છેલ્લે ખીણના તે સ્થળે તે જઈ પહોંચેછે, જ્યાંથી તેનાથી અગાડી જઈ શકાતું નથી, કેમકે જેટલા વેગથી તે આગળ જાય-છે તેટલા વેગે ત્યાંના વાયુની ઉચ્છ્વાસ તેને ઓગાળેછે. એ રીતે હિમક્ષેત્રનો છેડો આવેછે. એ છેડામાંથી કચરાળા પાણીના વહેળા નીકળી આગળ મોટી નદીમાં ભળેછે. હિમક્ષેત્રનું પાણી એ નદીની વાટે વહી જાયછે.

૧૯૬. મોટા ગ્લેઝિયરનાં મુખ્ય લક્ષણોમાંનાં કેટલાંક નીચલી આકૃતિમાં બતાવ્યાંછે. ખરફથી ઢંકાયલાં-શિખરો જાણે ગગનને

અડકેલાં દૂરથી દેખાયછે, તેમાં હિમશેત્ર આવેલાંછે. ખેડ
ખાત્મુએથી બરફ મુખ્ય ખીણ ભણી ધરી આવી ત્યાં ગ્લેઝિયર



આકૃતિ ૧૩ મી—ધન બરફમાં મોટા ફટાચલા પાહાણા, નાના
પથરા, કાંકરા, બરફથી ઘસાયેલા ખડકો, અને બરફમાંથી
વહેતી નદીઓ સહિત બરફના મોટા ગ્લેઝિયરનો દેખાવ.

બનેછે. ખીણની ગલીકુંચીમાં ભરાયછે અને છેલ્લે ચિત્રમાં દે-
ખાયછે તેમ તેનો એકાએક છેડો આવેછે, અને બરફના વી-
ધરતા છેડામાંથી નદીનું વહેણ ચાલેછે.

૧૯૭. નદીના કાંઠા અને તળીયું ધસાઈ જાયછે, અને પો-
આમાં પોથી જમીનમાં તેમજ કંઠામાં કંઠા પાપાણમાં તે પો-
તાને વહેવાનું પાત્ર ખોદી કાઢેછે (કલમ ૧૭૩). વળી જ-
મીનપરથી કાદવ, રેતી, અને પથરાને દરિયામાં તે ધસડી લઈ
જાયછે. બરફના મોઠા પરનું કામ એવી જાતનું છે, પરંતુ કવ-
ળ ભિન્ન રીતે થાયછે.

૧૮૮. જ્યારે નદીમાં પથરા પડેછે ત્યારે તેઓ તળીએ

બેસેછે અને વહેણુ તેમને ત્યાં તાણી જાયછે. કાદવ નદીમાં બળેછે ત્યારે પાણીમાં તે અધર રહેછે ને પાણી જોડે આગળ ધસડાયછે. પરંતુ ખરફના મોટા પટનો ધન ખરફ નફર પદાર્થ છે તેના પૃષ્ઠપર જે પથરા અને કાદવ પડેછે તે ત્યાં રહેછે અને ખરફના મોટા પટના આખાની જોડે તેઉપર સ્વારી કરતા આગળ જાયછે. ૧૩ મી આકૃતિમાં ખતાવ્યાપ્રમાણે ગ્લેઝિયર ઉપર મોટાં ગચ્છીઆં, મોટી શિલા, પથરા, ઢેફાં, વગેરેની લાંબી હારો બાજેછે તેને “ મોરેન ” કહેછે. પણ ધન ખરફમાં ઘણીવાર જોડા ચીરા પડેછે, અને તે ચીરા વખતે પહોળા થાયછે ને તેમાં હિમ અથવા ખીજ ઉપાધિને લીધે ખીણની ખાનુઓમાંથી છૂટા પડેલાં પથરા અને માટી પુષ્કળ ભરાયછે. એ રીતે કાર્ટોમાં ઊતરેલા પદાર્થો તળીએ બેસેછે અને ખીણમાં તે ઊતરેછે તેને તળીએ પહોંચેછે; વળી તેજ વખતે ખરફના મોટા પટની કાર અને ખીણની ખાનુની વચ્ચે એવીજ જાતનો કચરો ધસી પડેછે.

૧૯૮. જે સંગીન ખરફ પર્વતપરથી ઊતરેછે તેની નીચે દખા-યલા રેતીના કણ, કંકરા, અને પથરાવડે એ પર્વત છોલાયછે. જેમ વાસણ માંજવાને ઝીણો ભૂકા હોયછે તેવો પર્વતને છોલી સાફ કરવાનો જાણે જાડો ભૂકા તે બનેછે. તે વડે ગ્લેઝિયરો પોતાના માર્ગની ખાનુઓ અને તળીઆને નિરંતર ધસેછે. એક ખરફના ડુંગર નીચે જાઓ અથવા જે ખાનુએથી તે થોડોક અશ્વો હોય તે ખાનુનો કાઈ ભાગ તમે જુઓ તો પાહાણાનાં પૃષ્ઠ ધસાઈ ગયેલાં અને પથરાની તીક્ષ્ણ ધાર અને રેતીથી તેનાપર લાંબા ધસરકા પડેલા તમારી દૃષ્ટિએ પડશે. કઠણ હિમથી પર્વતપર બનેલાં ગોળ ઢેફાં ૧૩ મી આકૃતિના આગલા ભાગમાં ખતાવ્યાંછે.

૨૦૦. જે નદી ગ્લેઝિયરને છેડેથી નીકળેછે તેનાં પાણી હ-મશા મેલાં કાદવવાળાં હોયછે તેમું કારણ હવે તમારા સમજ-

વામાં આવશે. ગ્લેઝિયરના આખા તળીઆને પથરા ચોંટી ગયા હોયછે તેઓ નીચેના પાહાણાને ઊંચડી ખેંચી પાડેછે. એ રીતે ઝીણી ધૂળનો પુષ્કળ કાદવ થાયછે તે પાણીના વહેણા



આકૃતિ ૧૪ મી-ગ્લેઝિયર. એટલે ખરફના મોટા પટની નીચે
ઊંચડાયલો અને સાફ થયેલો છટો પથરો.

ખરફના મોટા પટોમાંથી નીચે વહેછે તેમાં ધસડાઈ જાયછે. ખરફ નીચેથી કચરાળું પાણી વહેછે તે તેને છેડેથી બહાર આવેછે.

૨૦૧. ગ્લેઝિયરો પર્વતોમાં પોતાને જવાનો માર્ગ ખોદી કહાડેછે એટલુંજ નહિ, પણ ખેડે બાજુએ ડુંગરામાંથી ખરી પડેલાં પુષ્કળ ગરબીઆં, પથરા, કાંકરા, અને માટી તેની પીઠ ઉપર પડેલાં તેઓને નીચે તેડતા જાયછે. તેની પીઠઉપર એ રીતે ધરનાં જેવડાં ગરબીયાં ઘણા મેલસૂંધી ચાલ્યાં જાયછે, અને જે ઠકાણે ખરફ ઓગળેછે તે ઠકાણે વાસો કરેછે. આ મોટાં ગરબીયાંમાંના એકનું નીચલી (૧૫મી) આકૃતિમાં ચિત્ર આપ્યું છે. દર વરસે લાખો માણુ છટાં પડેલાં ગરબીયાં, પથરા, અને કાદવ ખરફવાળા પર્વતોપરથી નીચે આવેછે, અને જે ખીણોમાં તે ગ્લેઝિયરો જઈ એટકેછે ત્યાંસૂધી તેઓ ખરફની પીઠઉપર ખેંચી મુસાફરી કરેછે.

૨૦૨. ધ્રુવના પ્રદેશોમાંહેના ગ્લેઝિયરો દુનિયામાં મોટામાં મોટા છે. ઉત્તર ગ્રીનલેન્ડ તો એક મોટા ગ્લેઝિયર નીચે દટાયલોછે, અને તેની લાંબી આંચ નીચે ખીણમાં અને દૂર સા-

ગરસૂધી જાયછે. ગ્લેઝિયર દરિયામાં જાયછે ત્યારે તેનો થોડોક ભાગ તૂટી સાગરમાં તરેછે તેને ખરફૂના તરતા ડુંગર કહેછે (આકૃતિ ૧૬). આ શીત પ્રદેશોમાં ગ્લેઝિયરો એટલા મોટા હોયછે કે તેમની બાજુએ જે મોજાં અથડાયછે તેનાથી સેંકડો ફૂટ ઊંચા એ તરતા ડુંગરો હોયછે. તોપણ એ તરતા ધન ખરફૂનો જે મોટા ભાગ પાણીની ઉપર દેખાયછે તેનાથી ભગભગ

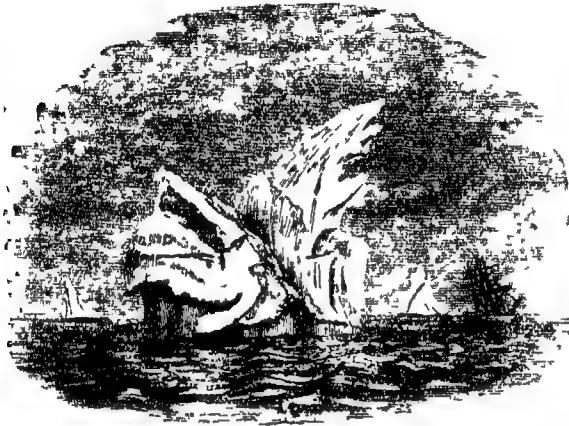


આકૃતિ ૧૫ મી.—ગ્રાન્ડીન હિમશીત્રવટે આદાસ પર્વતપરથી દ્રસડાઈ જારા પર્વતપર આવોને રહેલું અત્પિયર ગચ્છિયું.

સાત ગણો ભાગ પાણીની નીચે હોયછે. એવા ખરફૂનો કડકો લઈ પાણીના વાસણમાં મૂકી તેનો ફેટલો ભાગ પાણીની ઉપર રહેછે તે તપાસશો તો એ વાત તમારા ધ્યાનમાં ઊતરશે. દરિયામાં ઊંડા ઊતરી એ ડુંગરો ઓગળી જાયછે ત્યાંસૂધી આમ તેમ તરેછે, અને ઓગળ્યા પહેલાં કાંઈવાર તેના મૂળસ્થાનથી એટલે જે ગ્લેઝિયરમાંથી તેઓ નીકળ્યા તેનાથી સેંકડો મેલ દૂર જઈ પહોંચેછે.

૨૦૩. અિતન દેશમાં પણ અગાઉ કાંઈ કાળે ગ્લેઝિયર હતા એ તમે અગાડી શીખશો. ખરફૂથી ઊજરડાયલા અને ધસાઈ ગયેલા પાહાણા અને ખરફૂની પીઠ ઉપર રવારી કરી આવેલા

છૂટા પથરાના ઢગલા તથા મોટા ગચ્છિયાં તમે તમારી આંખે જોઈ શકશો. વેદસ અને કંબર્જાડમાં, સ્કાટ્લાંડના ઘણા ભાગોમાં, તથા આયર્લેન્ડમાં પાણી ખરડતી એ અને ખીજી ઘણી નિશાનીઓ જડે છે. માટે ગ્લેઝિયરો વિષે શીખવામાં હાલ જે



આકૃતિ ૧૬ મી—દરિયામાં ખરડના તરતા ડુંગરો.

પ્રદેશોમાં ગ્લેઝિયરો ખને છે તેનું જ માત્ર જ્ઞાન થાય છે એટલું જ નહિ, પરંતુ એ જ્ઞાનનો ઉપયોગ જ્યાં હાલ તે નથી ત્યાં પણ કરી શકાય.

સાગર.

૧. સાગર અને ભૂમિનો સંબંધ.

૨૦૪. આપણે જમીન પર વસીએ છીએ અને મેદાન, ખીણ, ડુંગરા, પર્વત, ઇત્યાદિ ભૂમિના પૃષ્ઠના ભિન્ન ભિન્ન આકાર આપણે જાણીએ છીએ; માટે પૃથ્વીનો મુખ્ય ભાગ ભૂમિ છે એમ આપણે ધારીએ છીએ. આપણા લોકોમાંના જેઓ દેશના માંહેલા ભાગમાં રહે છે તેઓમાંના ઘણાક દેશની બહાર

ગયેલા નથી અને તેમણે નદી, તળાવ, અથવા મોટા કુંડ કરતાં પાણીનો વધારે મોટો પટ જોયો નથી, પણ તેઓ પશ્ચિમ ભણી ચાલ્યા જાય તો તેઓ ભૂમિની કારે પહોંચે અને તેમના મોઢા આગળ જળનો મોટો પટ આવી રહે. મુંબાઈમાં હરકોઈ દિશામાં તમે જાઓ તો છેવટે જમીનને છેડે આવી પહોંચશો અને તમારી આગળ પાણીનો મોટો પટ દેખાશે. તમે નાવમાં બેસીને મુંબાઈની આસપાસ બધી મેર કરી વળી શકો, અને તેવડે નફી કરી શકો કે મુંબાઈ બેઠ છે.

૨૦૫. મુંબાઈની આસપાસ તો એક જ દહાડામાં કરી વળી શકો, પણ તેને બદલે મોટા ઝાઝમાં બેસી સીધા પશ્ચિમ દિશામાં હંકારો તો કરીને જમીન નજરે પડતાં આઠ દુરા દિવસ થાય. અથવા વધારે દક્ષિણ દિશામાં તમે હંકારશો તો કેટલાક મહિનાસૂધી જમીન દૃષ્ટિએ પડ્યા સિવાય તમે સફર કર્યા જશો; અને છેલ્લે દક્ષિણ ધ્રુવની આસપાસ આવેલી જમીનની હદમાં બરફના ડુંગરા તમારી નજરે પડશે. એ રીતે પૃથ્વીના પૃષ્ઠના કેટલા મોટા વિસ્તારમાં પાણી છે તે તમારા જાણવામાં આવશે.

૨૦૬. ખરું જોઈએ તો પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર કોરી જમીન કરતાં પાણીથી ઢંકાયેલી જમીનનો વિસ્તાર લગભગ ત્રણ ગણો છે; એટલે પૃથ્વીના પૃષ્ઠના આશરે ત્રણ ભાગપર પાણી છે અને એક ઉપર કોરી જમીન છે એવો અડસટો કહાડવામાં આવ્યો છે. એ વાત આ દેશના કે ગમે તે દેશના હરકોઈ ભાગમાં જે કાંઈ આપણે જોઈ શકીએ તેપરથીજ કહી શકાય નહિ. માણસોએ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરી છે અને ધણી દિશામાં તેની ખીજ મેર ગયા છે તેને લીધેજ જમીન અને પાણીનું પ્રમાણ જાણવામાં આવ્યું છે.

૨૦૭. નિશાળોમાં પૃથ્વીના ગોળા હાય છે તેમાંનો એક ગોળો લઈ ધરીપર તેને ધીમે રહીને ફેરવો. જમીનની સપાટી કરતાં પાણીની સપાટી કેટલી બધી મોટી છે તે તમે ઝટ જુઓ.

છો. પરંતુ પાણી અને જમીનની વહેંચણીસંબંધી કટલીક ખીલ મનોરંજક હકીકત તમારી નજરે પડશે.

૨૦૮. પ્રથમતો તમામ પાણી એક મોટા સમુદાયમાં ભેળું જોડાયલું તમારી દૃષ્ટિએ પડશે. એને આપણે સાગર કહીએ છીએ. પરંતુ જમીનમાં સાગર ઘૂસવાથી તેના ઘણા ભાગ પડી ગયેલાછે; અને જમીનના મુખ્ય સમુદાયમાંથી કટલાક ભાગ વિખૂટા પડી ગયેલા હોયછે તેઓ ખેટ છે. એ રીતે જમીનના વિખૂટા પડેલા કડકામાંનો એક કડકા મુંખાઈ છે.

૨૦૯. ખીજું, વિપુલવૃત્તની દક્ષિણ દિશા કરતાં ઉત્તરે પુષ્કળ જમીન તમારી દૃષ્ટિએ પડેછે. તમારી આંખની નીચે સીધું લંડન શહેર આવે એવી રીતે ગોળો ચડાવશો તો ગોળાપરની ઘણીખરી જમીન તમારી નજરે પડશે; અને ગોળાને દક્ષિણ દિશાએ મસ. ચડાવી ન્યૂઝીલાંડના પ્રદેશપર સીધી નજરેથી જોશો તો સાગરનો ઘણોખરો ભાગ તમારી દૃષ્ટિએ પડશે. એ રીતે પૃથ્વીપરના દેશોની વચગાળે એટલે કારી જમીનનો જે ગોળાર્ધ છે તેના મધ્ય ખિંદુની થડમાં લંડન શહેર છે; અને આ મધ્ય સ્થાનને લીધે હંમેશાના વેપારને ખેરાક લાભ થયોછે.

૨૧૦. ત્રીજું, જમીનના સમુદાય એવા આવેલાછે કે તેથી સાગરના કટલાક ભાગ એકએકથી થોડાક વિખૂટા પડેલા દીઠામાં આવેછે. જમીનના આ સમુદાયને ખંડ કહેછે, અને તેમની વચ્ચે આવેલા પાણીના પહોળા પટને મહાસાગર કહે-છે. પૃથ્વીના નફર ભાગનું પૃષ્ઠ અસમાન છે એટલે કટલોંક ભાગ પહોળો જોડાસેલો અને ટેકરાવાળો છે, અને કટલાક ભાગમાં પહોળાં નીચાણ અને ખાડા છે એમ ધારો. હવે નીચા ખાડામાં સાગરના પાણીનો જમાવ થયેલોછે, અને સાગરની સપાટીથી જે ભાગ ઊંચા છે તેજ માત્ર કારી જમીન કે સ્થળ છે.

૨૧૧. આ બધું પુસ્તકનાં પાછલાં પાનાંમાં સાગરવિષે ઘણીવાર કહેવામાં આવ્યુંછે. વાતાવરણ માંહેલા ભેજનો ઘણો ભાગ સાગરમાંથી આવેછે તેતમે શીખી ગયા; અને

જમીનના પૃથ્વરથી ખદી નદીઓ અને ખરી પડેલી તમામ રેતી, માટી, વગેરે જે નદીના પાણી જોડે ધસડાઈ જાય છે તે સર્વ એજ મોટા ખાડામાં જઈ સમાય છે. હવે સાગરનાં થોડાંક મુખ્ય લક્ષણો વિષે જરા ઝીણી તપાસ કરીએ.

૨. સાગરનું પાણી શામાટે ખાંડું છે ?

૨૧૨. તમે સાગરનું પાણી તપાસશો તો તે ખાંડું માલૂમ પડશે; જમીનપરના ખીલ પાણીથી તે એ વાતે જુદું પડે છે એમ જોવામાં આવે છે. સાધારણ ઝરણુના કે નદીના પાણીમાં જે વસ્તુ હોવી નથી તે વસ્તુ એમાં છે. ઝરણુના નિર્મળ પાણીનું એક ટીપું લઈ કાચના વાસણમાંથી વરાળરૂપે ઊડી જવા દેશો તો તે વાસણમાં તેમાંનું કાંઈ ખાકી રહેશે નહિ. ૧૧૭ મી કક્ષમમાં તમે સ્પીખી ગયા કે ઝરણુના પાણીમાં કેટલાક ખનિજ પદાર્થ ઓગળેલા હોય છે, અને એ પદાર્થોમાં વરાળરૂપે ઊડી જવાની શક્તિ નહિ હોવાથી પાણી વરાળરૂપે ઊડી જાય છે ત્યારે તેઓ પાછળ રહી જાય છે. પરંતુ એ પદાર્થો પાણીના એક ટીપામાં એટલા થોડા હોય છે, કે તે ટીપું સુકાઈ જાય છે ત્યારે તેનો દૃષ્ટિગોચર ડાઘો રહેતો નથી. પરંતુ સાગરના પાણીનું ટીપું લઈ વરાળરૂપે તેને ઊડી જવા દેશો તો ઝીણું ધોળું બિંદુ કે ડાઘો પડેલો તમારી દૃષ્ટિએ પડશે. અને એ ડાઘને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાંથી જોશો તો મીઠાના નાનુક બિલોરનો તે બનેલો દેખાશે. ગમે તે સાગરના પાણીનું ટીપું લેશો તો એ એમજ થશે. પાણી ઊડી ગયા કંડે તેમાં મીઠાના બિલોર દેખાશે.

૨૧૩. સાગરના પાણીમાં મીઠા ઊપરાંત ખીલ કેટલીક વસ્તુઓ છે. પરંતુ મીઠું ખધાથી વધારે છે, અને હાલમાં ખાકીની વસ્તુઓ વિષે કહેવાની જરૂર નથી. હવે સાગરમાં આ સમગ્રો ખનિજ પદાર્થ ક્યાંથી આવે છે? સાગરનો તમામ ખાર ખડકો ક્ષીણ થાય છે તેમાંથી આવે છે.

૨૧૪. જમીનની નીચેના અને ઉપરના ખડકોમાં ભિન્ન ખનિજ પદાર્થોને પાણી કૃત્રી રીતે ઓગાળે છે તે તમે ૧૨૫ માં અને ૧૩૨ માં કલમમાં શીખી ગયાછો; મીઠું એમાંની એક જાણસ છે. માટે ઝરાણના અને નદીના પાણીમાં ખાર હોય છે અને તે સાગરમાં તણાઈ જાય છે. તેથી આખી પૃથ્વીપર પુષ્કળ ખાર દરવર્ષે મહાસાગરમાં તણાઈ જવો જોઈએ.

૨૧૫. વરસાદનું અને નદીનું જોડણું પાણી દરિયામાં જાય છે તેટલું પાણી વરાળરૂપે ઊડી જાય છે. પરંતુ તેમાં જે ખાર આં-વે છે તે તો રહે છે. થોડુંક ખાર પાણી લઈ વરાળરૂપે તેને ઊડી જવા દેશો તો રવચ્છ પાણી ઊડી જશે અને ખાર રહેશે. એજ પ્રમાણે સાગરમાં ખને છે. નદીઓ હરરોજ સાગરમાં નવો ખાર ધસડી જાય છે. વળી કરોડો ખાંડી પાણીની વરાળ થઈ વાતાવરણમાં હરરોજ ભળે છે. માટે સાગરનું પાણી દિવસે દિવસે વધારે વધારે ખાર થવું જોઈએ. પરંતુ એમ ખડુજ ધીમે ધીમે ખને છે.

૨૧૬. મહાસાગરમાં નદીઓના પ્રવાહ પ્રથમ ભળ્યા ત્યાર-થી તેનું પાણી થોડે થોડે ખાર થવા માંડ્યું હશે, તો પણ તે જોડણું ખાર થઈ શકે તેટલું આજે પણ ખાર નથી. ઉદાહરણ, આત્લાંતિક મહાસાગરમાં જાતજાતના ખારોનું એકંદર વજન પાણીના દર સો ભાગે આશરે સાડા ત્રણ ભાગ છે. પરંતુ મૃત-સરોવર જે અતિશય ખાર છે તેમાં પાણી દરસો ભાગે એવીસ ભાગ છે.

૩. સાગરની ગતિઓ.

૨૧૭. આપણા દેશને સમુદ્રકાંઠે હરકોઈ ઠંડાણે ઊભા રહી દરિયાની સપાટીપર થોડીવાર નિરીક્ષા કરશો તો તે અસ્થિર માલૂમ પડશે. શીઆળાના અતિ શાંત દિવસે પણ છેક નાનાં મોજાં અથવા મંદ ઉછાળા દેખાશે; ખીન્ને સમયે જરૂર મોટાં મોજાં જમીનભણી વળતાં આવે છે, અને કાંઠે અથડાઈ

લીંબી લીટીઓમાં વેરાઈ જાયછે, પરંતુ કાઈ કાઈ વાર મસ વા
છૂટે ત્યારે પાણીનાં મોટાં ઊંચાં ઊછળતાં અને શીશુ ભર્યા
મોજાં કાંઠે ધરી આવેછે.

૨૧૮. વળી તમે વધારે વાર જોશો તો જાણાશે કે દરિયો
શાંત હોય કે તોફાની હોય તોપણ કાંઠાઉપર હોય ત્યાંનાં ત્યાં તે
સદા રહેતો નથી. દિવસમાં એકવેળા પાણીની કોર ઢળતા
કાંઠાના ઉપલા ભાગને અડકેછે; છ કલાક કડે તે નીચલા ભા-
ગપર જઈ રહેછે. દરરોજ અને વરસોવરસ તેનું પાણી એટલું
નિયમસર ચઢે ઉતરેછે કે તેની ગતિનું અગાઉથી ભવિષ્ય ખાંધી
શકાયછે. સાગરના આ ચઢ ઉતર કે ભરતી ઓટને જુ-
વાળ કહેછે.

૨૧૯. ખાલી શીશાને ઘણે મારી સમુદ્રમાં ફેંકશો તો તે
તરશે. પરંતુ જે ઠેકાણે તે પડશે ત્યાં ખડુવાર રહેશે નહિ. તે
દૂર ચાલવા માંડશે અને ફરીને કાઈ કાંઠાપર ચઢી જશે ત્યાંસુધી
ધણે છેટે સુધી તણાયો જશે. ભરદરિયે નાંખેલા શીશા એ
રીતે સેંકડો મૈલ તણાઈ ગયેલા જાણવામાં આવ્યાછે. જે દિ-
શામાં પવન વાયછે તે દિશામાં ધણું કરીને સાગરનક પૃથ્વનો
આ પ્રવાહ હોયછે.

૨૨૦. પરંતુ પૃથ્વનું પાણીજ એમ વહેછે એટલું નહિ. ખર-
ફના તરત્ત કુંગરોવિષે તમે થોડુંક શીખી ગયાછો (કલમ ૨૦૨);
અને તેમના સંબંધી એક અગત્યની ખાખત યાદ રાખવાની એ
છે કે તેઓ મોટા દેખાયછે તોએ પાણી ઉપર જેવડા દેખાયછે
તેનાથી લગભગ સાતગણા તેઓ પાણીની અંદર હોયછે. હવે
કોઈવાર એવું બનેછે કે જે દિશાનો જળરો પવન હોયછે તેની
સામેની દિશા તરફ ખરફનો કુંગર ચાલ્યો જાયછે. એ પરથી
એવું માલૂમ પડેછે કે પવનની જોડે તે નહિ ચાલતાં દરિયાના
અંદરના જળરો પ્રવાહની જોડે હીડેછે. ટૂંકામાં એટલું યાદ
રાખવું કે સાગરની અંદર પુષ્કળ પ્રવાહ ચાલેછે; કેટલાક પ્રવાહ

કુંડા ભાગોમાંથી આવી ગરમ ભાગો ભણી જાયછે, અને કંટ-
લાક ઉજાળુ ભાગો તરફથી આવી શીત ભાગો તરફ જાયછે.

૨૨૧. માટે સાગરવિષે ચાર વાત જાણવાની છે; ૧. તેનું પૃથ્ઠ
અસ્થિર છે, ને તેપર નાનાં મોટાં મોજાં આવેછે; ૨. ભરતી
અને ઓટને લીધે તે સદા ઉછળતો આવજા કરેછે; ૩. પવન
જે દિશામાં વાયછે તે દિશામાં તેના પૃથ્ઠના ઓટલે મથાળાના
પાણીનો પ્રવાહ ચાલેછે; અને ૪. વાતાવરણની પેઠે તેના ઘણાક
પ્રવાહ છે.

૨૨૨. હાલમાં એ ચાર બાબતોમાંની પહેલી ઓટલે સાગ-
રનાં મોજાં વિષે થોડુંક શીખીશું તો ખસ છે.

૨૨૩. સૃષ્ટિમાં જે બહુ મોટા બનાવ બનેછે તે જાણીતી
વસ્તુઓવડે તમે દેખાડી શકો. પાણી ભરેલું કુંડું લઈ એક છેડે-
થી પાણીપર ડૂંક મારો. પાણીની સપાટીપર ઝીણી લહેરો કે ના-
નકડાં મોજાં થાયછે. જે ડોકાણે તમારી ડૂંક પાણી ને પ્રથમ લાગી
તે ડોકાણેથી નીકળી એ લહેરો અગાડી જાયછે, અને છેલ્લે કુંડા-
ની સામેની કોરે અથડાઈ તે ઝીણાં ઝીણાં મોજાં ભાગી જાયછે.

૨૨૪. જે કૃતિથી સાગરનાં અતિ મોટાં મોજાં બનેછે તે
કૃતિ તમે થોડામાં કરી. સાગરના આ સઘળા ઉછાળાનું કારણ
વાયુની ગતિ છે. કુંડાના પાણીપર તમારા આસથી જેમ થકું
તેમ સાગરના પાણીપર પવનથી થાયછે. તેના પૃથ્ઠ જોડે પવન
અથડાયાથી પાણીમાં મોજાં થાયછે, અને તે મોજાંઉપર પવન
વાયાં કરેછે તેથી એ મોજાંને વિશેષ બળ મળેછે, અને છેલ્લે
તોફાની પવન વાયાથી ડુંગર જેવડાં મોટાં મોજાં થાયછે.

૨૨૫. આપણા કુંડાની બાજુએ અથડાઈ લહેરો ભાગી
જાયછે તેમ જમીનપર એકપછી એક મોજાં આવેછે તે કાંઈ
અથડાઈ પથરાઈને વીખરાઈ જાયછે. ડૂંક મારવી બંધ કરી
કેડે થોડીવાર સુધી કુંડામાં લહેરો થયાં કરેછે તેવીજ રીતે પવન
પડી ગયા કેડે સાગરનાં મોજાં કેટલીક વાર ઉછળ્યાં કરેછે.
ઘણુંકરીને પાણીને કાંઈ ભાગેછે ઓટલે તે હાલેછે કે ગતિ

ખામેછે તેમ સાગરની સપાટીને પણ થાયછે. એકવાર મોઝાં ઉછળવા માંડે તો પછી જે ક્ષણે તે ઉત્પન્ન કરનાર કારણ અંધ પડે તેજ ક્ષણે તે અંધ પડતાં નથી, પરંતુ ફેટલીક વાર લગી તે ઉછળ્યાં કરેછે; ને તેઓની ગતિ ધીમે ધીમે ઓછી થતી જાયછે. અને છેલ્લે સાગર સ્થિર થાયછે.

૨૨૬. એ રીતે વાતાવરણની અસ્વસ્થતાને લીધે સાગરની અસ્થિરતા ઉત્પન્ન થાયછે. વાયુના મંદ અથવા તોફાની પ્રવાહ આમ તેમ સદા હોડ્યાં કરેછે તેથી સાગરપર મોઝાં ઉછાળા માર્યાં કરેછે. જ્યારે ઉપરનો વાયુ થોડીવાર સ્થિર હોયછે ત્યારે નીચે સાગર નિરાંતે ખેસેછે; જ્યારે કાળાં વાદળાંથી આકાશ છવાઈ જાયછે અને તોફાની પવન વાયછે ત્યારે સમુદ્રમાં ભારે મોઝાંની અથડામ અથડા થાયછે, અને તેઓ જોરમાં ઝડપડતાં જમીનપર ભારે જોરથી ચઢી ફેલાયછે, ઓસરી જાયછે, વળી પાછાં હોડ્યાં આવેછે ને પાછાં ઓસરી જાયછે.

૨૨૭. દરિયાનાં મોઝાંથી જે નુકસાન થાયછે તે તમે સાં-ભાળું હશે અને કદાપિ જોયું પણ હશે. દરવર્ષે પુસ્તા અને પાળોને ભાગી નાખેછે; કાંઠાની ફેટલીક જમીનને ઘસડી જાયછે; વળી ભાગી ગયેલાં વહાણોનો કાટ કાંઠે તણાઈ ઝાંઘે તે પણ એ મોઝાંને લીધે. માટે વરસાદ, ખરફ, અને નદીઓથી પૃથ્વીતા પૃથ્વિપર જે નાશ થાયછે, તે ઉપરાંત સમુદ્રતીર વિનાશ કરનાર એ જુદું બળ છે.

૨૨૮. દરિયાવડે જમીન ઘસાઈ જાયછે તેની ભિન્ન ભિન્ન સ્થિતિ કોઈવાર ખડકવાળા કાંઠાપર અજબ રીતે જોઈ શકાયછે. કાંઠા ઉપર કદાચ પથ્થરની ટેકરી આવેલી છે તેને તળીએ મોઝાં નિરંતર અથડાયાથી તે ભાગ ખોદાઈ કે ઘસાઈ ગયેલો છે. કોઈ કોઈ ઠામે નક્કર ખડકમાં ગુફા બની છે, અથવા કોઈ બહાર નીકળી આવેલી બુશિરમાં ભોંપર ખોદાઈ રહ્યું છે. થોડક છેટે મોટો જંગલ પાહાણો પડેલો નજરે પડેછે. પહેલાં તે ટેકરીનો ભાગ હતો, પરંતુ વચગાળોનો જોડનારો ભાગ પડી

જઈ ધસડાઈ જવાથી હાલમાં તે વિખૂટો પડેલો છે. વળી ક
ધારે આગળ પાણીમાં અર્ધો ડૂબેલો ખીજો મોટો પાહાણો
દેખાય છે તે ત્યાર પહેલાં છૂટો પડેલો તેજ ખડકનો કકડો છે.



આકૃતિ ૧૭ મી.—દરિયાવડે ધસાઈ ગયેલા કાંઠા.

અને તેથી આધે દરિયાનાં મોઠાં અથડાય છે તેપરથી ડૂબી
ગયેલા ખગખાનું સ્થળ દેખાય છે. એ સ્થળ એથી વધારે
પ્રાચીન કાંઠાની મર્યાદા ઓળખાવે છે. જે રીતે સમુદ્ર જમી-
નને ખાઈ જાય છે તે રીતે એવા કાંઠા પર રપટ દેખાય છે.

૨૨૯. ઇંગ્લાંડના પૂર્વ કાંઠા પરના કેટલાક ભાગમાં જલ્દીથી
ધસાઈ જઈ ખરી પડે એવા ખડક છે તે ઠંકાણે દરવર્ષે બે ટ
ત્રણ ફૂટ જમીન પર દરિયો આગળ વધ્યો આવે છે. જે શહેરો
અને ગામડાં યોડાક સૈકાં પર હતાં તેઓ એકપછી એક નાશ
પામ્યાં છે, અને તેમનાં સ્થળ આજે ઉત્તર સાગરનાં ઉછળતાં
પાણીમાં ધણે દૂર પડેલાં છે. પરંતુ આયર્લેન્ડ અને સ્કોટલેન્ડ-
દના પશ્ચિમ કાંઠા પર ખડકો ધણુકરીને કઠણ અને ઝટ ન ધ-
સાય એવા હોવાથી વિનાશ મુકાબલે ઓછો થાય છે.

૨૩૦. તમે દરિયા કાંઠે પહેલપહેલા જાઓ તે વેળા દરિયો
જમીનને ખેરવી પાડવાના શા ઉપાય કામે લગાડે છે તે ખોળી

ક્રહાડવું ઉપયોગી થઈ પડશે. ખડકવાળા કાંઠાપર જે થાય છે તે નિહાળ્યાથી તમે એ કામ ઝટ કરી શકશો. કાંઠાના રેતાળ કાંકરીવાળા ભાગમાં જે ઠંડાણે મોજાં અથડાઈ પાછાં વળે છે તે ઠંડાણે જઈ મોજાનું પાણી પાછું વહે તેપર દૃષ્ટિ કરો. પાણી જોડે રેતી અને કાંકરી ઢાળની નીચે ધસડાઈ જાય છે; અને કાંકરી લીધી નહિ હશે તો તે એક એકને ધસાયાથી કઠોર અવાજ થાય છે. એ અવાજ કોઈવાર ઘણા મૈલસૂધી સંભળાય છે. ખીજું મોજું આવે છે ત્યારે તમે જૂઓછો કે રેતી અને કાંકરાની નીચલી ગતિ ધીમી પડ્યા કંડે તે ખીજાં મોજાંમાં સપડાઈ જઈ ફરીને તેઓ કાંઠાપર તણાઈ આવે છે અને પાણી જોડે પાછું જઈ વળી ખીજાં મોજાં જોડે ઉપર આવે છે. એમ તે રેતી અને કાંકરા ઉતર ચડ કર્યો કરે છે.

૨૩૧. એ રીતે પાણીના સદા ઉપર ચડવા અને નીચે ઉતરવાથી ઘંટીમાં દળાયાનીપેઠે કાંઠાપરના કાંકરા અને રેતી એક એક જોડે ધસાઈને દળાય છે. તેઓ ધસાઈ જાય છે તેનું કારણ એ છે. કાંકરા નાના થતા જઈ છેલ્લે તેમની રેતી ખને છે અને રેતી ઝીણી થઈ દરિયામાં ધસડાઈ જઈ તળીયે એસે છે.

૨૩૨. પરંતુ કાંઠાપરના છૂટા પદાર્થોનો એ રીતે નિરંતર ક્ષય થાય છે એટલુંજ નહિ, પણ અંદરનાં નફર ખડકો જે સ્થળે પૃથ્વીપર આવે છે તે સ્થળે તેમનો એજ પ્રકારે ભાગીને ભુકો થાય છે. ખડકને મોજાં અથડાય છે તેની જોડે પથરા ધરી આવીને જોરથી અથડાય છે. એમ હમેશા થયાં કરવાથી ખડકો ભાંગે છે. ખડકના નરમ ભાગમાં કે તેની કોઈ ફાટમાં પથરા ભરાય છે; અને ઉપર પાણી ઊંચાં ઉછળે છે તે વારે નીચે તળી-આપરના ખડકપર તે પથરા કે કાંકરા ચકડી ચકડી ફરી ખાડા પાડે છે. નદીનાં પાત્રોમાં જે રીતે ખાડા પડે છે (કલમ ૧૭૪મી જુઓ) તેમ સમુદ્રને તળીએ કોતરો પડે છે. એ પથરા અ-ટાઈને રેતી ખને છે, અને તેમને ઠંડાણે મોજાં જોડે ખીજા

પથરા ધસડાઈ આવેછે. બરતી ઉતરી ગયા કેડે એમાંના કોઈ કોતરમાં તમે ઉતરો તો તેની ખાજીઓ અને છાશસાઈ-બંધ અને ઓપાયલી તથા તેને બોંયતળીએ પડેલા પથરા ને કાંકરા ગોળ થયેલા તથા ધસાઈ ગયેલા તમે દેખશો.

૪. સાગરનું તળિયું.

૨૩૩. જેટલું જાણવામાં આવ્યુંછે તે ઉપરથી એમ જણાયછે કે સાગરને તળીએ જમીનતા પૃથ્વીપર જેવું છે તેવુંજ છે. ત્યાં જાચાણ નીચાણ કે ખાડ, ખીણો, અને ડુંગરીઓની હાર હોય-છે. જ્યાં પાણી અતિશય ઊંડું હોયછે ત્યાં તળિયું બેઈ શકાતું નથી, પરંતુ લાંબી દોરીને છેડે ખાંધેલું વજન પાણીમાં મૂકી પાણી ફેટલું ઊંડું છે તે તથા તળીયાની જાત એટલે તે તળિયું ખડકનું કે કાંકરીવાળું, રેતાળ, કાદવવાળું, કે છીપવાળું છે તે ખોળી શકાયછે. પાણીની ઊંડાઈના આ માપને ઇંગ્લેન્ડમાં સાઉન્ડિંગ એટલે જળઊંડાણમાપ કહેછે, અને દોરીને છેડે ટાંગેલા સીસાના ભારને મરગ કહેછે.

૨૩૪. સાગરના ઘણા ભાગોમાં જળ ઊંડાણનું માપ કાઢ્યું છે અને તેના તળિયાવિષે કેટલુંક જાણવામાં આવ્યું છે તોપણ હજી ઘણું બાકી છે; સર્વથી વધારે આત્લાંતિક મહાસાગરવિષે જાણવામાં આવેલું છે. ઇંગ્લાંડથી અમેરિકાસુધી સાગરની નીચેથી તાર નાખવામાં આવ્યો ત્યાર પહેલાં એ મહાસાગરની ઊંડાઈનું માપ કહાડતાં ૧૪,૫૦૦ ફૂટની અથવા પોણાત્રણ મૈલની ઊંડાઈ માલૂમ પડી હતી. પરંતુ આઝોર્સ અને ખર્બુડાસની વચ્ચે સાડાસાત મૈલની ઊંડાઈ મપાઈ છે. આપણો હિમાલય પર્વત ધરતી ઉપર જ્યાંમાં જાયો છે; તે સાગરની સપાટીથી ૨૯,૦૦૦ ફૂટ ઊંચો છે. એને ઉપાડીને આત્લાંતિક મહાસાગરના છેક ઊંડા ખાડામાં પૂર્યો હોય તો તે ડૂબી જશે એટલુંજ નહિ, પણ તેનું મથાળું સાગરની સપાટીથી લગભગ એ મૈલ નીચે રહેશે.

● ૨૩૫. એ વિશાળ સાગરનો ધણો ભાગ એક કે બે મૈલ જાડો હોયો નેહ્યે. પરંતુ તે બધે ઠંડાણે એટલો જાડો નથી, કારણ કે તેના મધ્યભાગમાં પણ તેના તળિયાના કેટલાક ભાગ પૃથ્વી જાયા આવી ટાપુ બનેલાછે. ધણુંકરીને જમીનથી છેક દૂરના ભાગમાં તે જાડો હોયછે અને જમીનની પાસે છાછર હોયછે. માટ સમુદ્રના જે ભાગમાં દ્વીપો અને જુશિરો છે તે ધણુંકરીને ખીખ ભાગોને મુકાબલે છાછર હોયછે. ટ્રેન્સિટન બેટની પશ્ચિમે વિશાળ આત્લાતિક મહાસાગર પડેલો છે; પૂર્વે એનાથી ધણોજ નાનો ઉત્તર સાગર આવેલો છે; આત્લાતિક મહાસાગરમાં આગળ પશ્ચિમ ભણી જેમ જેમ હંકારીએ છીએ તેમ તેમ તેની જાડાઈ ઉતાવળે વધતી જાયછે, અને ઉત્તર સાગર તો મધ્યભાગે પણ ધણો જાડો નથી. તેમાં કોઈ ઠંડાણે સૈપાટીથી ૪૦૦ ફૂટની જાડાઈએ નથી. લંડન શહેરમાંથી સંતપાળનું* દેવળ જાપાડી ડોવર સામુદ્રધુનીના મધ્યભાગમાં મૂકો તો તે ઈમારતનો અર્ધ કરતાં વધારે ભાગ પાણીની ઉપર રહેશે એ વાત જાણવામાં આવેથી ઇંગ્લાંડ અને ફ્રાન્સની વચ્ચે આવેલા દરિયાના છાછરપણાવિષે તમારા મનમાં કાંઈક વિચાર આવે.

૨૩૬. સાગરના પાણીની જાડાઈકેમ માપેછે તે તો સમજાય તેવું છે, તથાપિ કેટલાક મૈલ લાંબી દોરીવડે માપ કાઢવું કઠણ બહુ છે તેમ છતાં માણસ પાણીની જાડાઈ માપી શકેછે એટલુંજ નહિ, પણ દ્રેજ નામે ઓળગવડે નાના દરિયાને તળિયે જે કાંઈ હોય તે ડોલ ભરી ભરી ઉપર આણેછે એટલુંજ નહિ પણ મહાસાગરના છેક જાડા ભાગમાંથી પણ આણી શકેછે. એ રીતે સાગરના તળિયાવિષે તથા તેમાં જે વનસ્પતિ અને પ્રાણી વસેછે તેમની જાતવિષે ગયાં થોડાં વરસમાં પુષ્કળ જ્ઞાન સંપાદન થયું છે. કેટલાંક જાડાંમાં જાડાં તળીઆંપરથી ત્યા રહેલા પદાર્થો બહાર લાવવામાં આવ્યા છે તે પરથી જાણાયછે કે ત્યાં

છીપમાં રહેનારાં જીવડાં, પરવાળાંનાં જીવડાં, તારા૩૫ જીવજં, અને એથી પણ વધારે હલકાં જીવડાં પુષ્કળ વસેછે.

૨૩૭. જમીનના પૃષ્ઠ ઉપર જે વિકાર દરોજ થયાં કરેછે તેમાંના કેટલાકનું મૂળ આપણે આ પુસ્તકના આગલા ભાગમાં ખોળી કહાડ્યું. હવે સાગરની સપાટીપર જે ફેરફાર થાયછે તેમાંના કેટલાકની તપાસ કરીએ. અરેઅર પૃથ્વીના પૃષ્ઠની જેટલી ખાસીકાથી આપણે તપાસ કરી તેટલી ખાસીકાથી સાગરના તળીઆની તપાસ કરી શકીશું નહિ, તોપણ તેનાવિષે ઘણું જાણવામાં આવશે.

૨૩૮. પાછલા પાદોમાં જે કૃતિઓવિષે આપણે કહી ગયા તેમાંની કેટલાંએક તમે એકઠી કરો તો સમુદ્રને તળીએ જે અતિ અગત્યના ફેરફારો થયાં કરેછે તેમાંના કેટલાક ફેરફાર તમે તમારી મેજેજ ખોળી કહાડો. ઉદાહરણ, ખરી પડેલો ખડક દરવર્ષે જમીનના પૃષ્ઠપરથી ધસડાઈ જાયછે તે તમામનું શું થાયછે તેનો વિચાર કરો. તમે સીપી ગયા કે વહેળા અને નદીઓમાં ઘડને સમુદ્રમાં તે તણાઈ જાયછે, પરંતુ તે સમુદ્રમાં જાયછે ત્યારે તેનું શું થાયછે? જ્યારથી પર્વતો, ડૂંગરા કે ખીણોની ભાળુમાંથી એ પદાર્થ વિખૂટો પડ્યો ત્યારથી પાણીની પેઠ તે નીચી સપાટી ખોળ્યાં કરેછે. સમુદ્રને તળીએ પહોંચી તે અગાડી નીચે ઉતરી શકતો નથી, પરંતુ ત્યાંજ રહેવાની તેને જરૂર પડે માટે ત્યાં એકઠો થાયછે.

૨૩૯. માટે સ્પષ્ટ છે કે જમીનનું પૃષ્ઠ અને સાગરના તળિયાની વચ્ચે મોટો તફાવત એ હોવો જોઈએ કે પર્વતના મથાળાથી દરિયા કિનારામુધી ધરતીના પૃષ્ઠનો નિરંતર વિતાર થાયછે, પરંતુ સાગરના તળીઆની સપાટીમાં નવા પદાર્થો સદા એકઠા થાયછે. જે પ્રમાણમાં એકમાં ઘટાડો થાયછે તે પ્રમાણમાં ખીજમાં ઉમેરો થાયછે. માટે મહાસાગરની ઉદાઘના માપનવડે મનુષ્યોએ જે શોધ કર્યાછે તેવિષે કાંઈપણ માહિતી મેળવ્યા વગર પણ તમે ખાતરીથી કહી શકો કે દરવર્ષે સાગરને

તળિયે પુઠકળ કાંકરી, રેતી અને કાદવનો જમાવ થયો
જોઈએ, કારણ કે જમીનપરથી એ પદાર્થો ઘસડાઈ જાય છે તે
તમે જાણો છો.

૨૪૦. વળી તમે શીખ્યા કે વાની ગતિને લીધે સાગરનાં
પાણી ઉછાળા મારે છે, અને જમીનપર જે વિનાશ સમુદ્ર કરી
શકે છે તે પવનથી ઉત્પન્ન થતાં મોજાંને લીધે મુખ્યત્વે કરીને છે.
પરંતુ એ ક્રિયા માત્ર પૃથ્થ પર હોવી જોઈએ. મહાસાગરના ઊંડા
તળીયાસુધી મોજાંની સત્તા પહોંચી શકે નહિ. માટે જે અનેક
તરેહના વિનાશથી જમીનનું સ્વરૂપ એટલું બધું બદલાઈ જાય છે
તે વિનાશ સાગરના તળીયાને પહોંચી શકતો નથી. જમીન-
પરથી ખરી પડેલા પદાર્થો પાણીમાં તણાઈ જાય છે તેઓને
સાગરને તળીએ ઠરી રહેવામાં જે શાંત પ્રવાહ તળીયાસુધી
પહોંચેલા હશે તેસિવાય ખીલ્ય હરકત નથી.

૨૪૧. ત્યારે કાંકરી, રેતી, અને કાદવ સમુદ્રમાં જાય છે
ત્યારે તેઓની વ્યવસ્થા શી રીતે થાય છે ?

૨૪૨. એ તમામ પદાર્થો જમીનપરથી આવે છે તેથી તેઓ
દૂર નહિ જતાં જમીનની નજીક સમુદ્રનાં તળીયાં છે ત્યાં એ-
કઠા થાય છે. એ માટે છાછર સમુદ્રમાં અને જમીનની માસે
રેતી અને કાંકરીના બેટ અને ટેકરા હોય, પરંતુ મહાસાગરના
મધ્યભાગે હોય નહિ.

૨૪૩. બિનાળામાં નદીમાં પાણી ઓછાં થઈ ગયાં હોય તે
વેળા તેનું પાત્ર તપાસશો તો એ વસ્તુઓ સમુદ્રને તળીએ શી
રીતે ગોઠવાય છે તેનો કંઈક વિચાર તમારા મનમાં આવશે.
એક રથજે પ્રવાહ જખરો હોય છે ત્યાં કાંકરીનો જમાવ થયો
હોય છે; ખીલ્ય ઠેકાણે નદીના પ્રવાહ ભેગા થાય છે તે ઠેકાણે
રેતીની ટેકરીઓ ખનેલી તમારા દીઠામાં આવશે; અને જે
ઠેકાણે વહેજાનો પ્રવાહ વધારે, ધીમો હોય છે તે ઠેકાણે
તેના પાત્રમાં ખારીક કાંપ કે કાદવનો થર બાજેલો હશે. તમને
યાદ હશે કે સપાટ જમીનપર નદીના પૂરનું પાણી ફેલાય છે

અને ત્યાં તેને વહેવામાં અટકાવ થાયછે ત્યારે તેમાંનો કાદવ ત્યાં ઠરી બેસેછે (કલમ ૧૭૮).

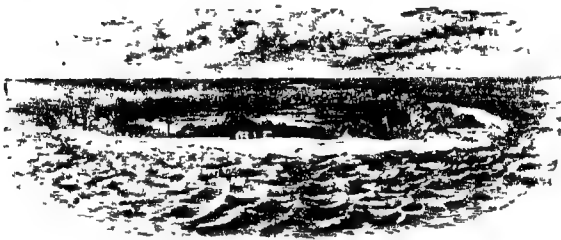
૨૪૪. પાણીનો પ્રવાહ જેમ વધારે જળરો હોય તેમ વધારે મોટા પથરા તે તાણી શકેછે. મોટે સમુદ્રના પાત્રના એટલે તળીઆના જે ભાગ જમીનની પાસે હોયછે ત્યાં મોટા કાંકરા હોયછે. જ્યાં સમુદ્રના પ્રવાહ જળરા હોયછે ત્યાંસૂધી મોજાં તેઓને ધસડી લઈ જઈ શકેછે; રેતી તેનાથી અગાડી ખંચાઈ મોટા પટ કે કરાડા બનશે. વધારે પારીક કાંપ અને કાદવ છેવટે સાગરને તળીયે ઠર્યા પહેલાં સેકડો નૈલસુધી પ્રવાહમાં તણાઈ જશે.

૨૪૫. એ રીતે જમીન જેમ નજીક હોયછે અને પ્રવાહ જેમ જળરો હોયછે તેમ જમીનમાંથી ખરી પડેલી કાંકરી, રેતી, અને કાદવ સમુદ્રને તળીયે પથરાઈ મોટા પટ અને કરાડા બનશે.

૨૪૬. પરંતુ વનસ્પતિ અને પ્રાણીથી સમુદ્ર ભરપૂર છે. એ સંકરણ પદાર્થો મરી જાયછે, અને તેમના શેષ સાગરને તળીયે ઠરેલા ભિન્ન ભિન્ન પદાર્થો જેડે અવસ્થે કરીને મળી જાયછે, તેથી રેતી અને કાદવ ઉપરાંત પુષ્કળ છીપો, પરવાળાં, અને ખીજાં પ્રાણીઓના સખ્ત ભાગો એક પછી એક જમાનો જાયછે અને આવેછે તેમ ત્યાં દટાવવાં જોઈએ.

૨૪૭. ધણીવાર એવું બનેછે કે એમાંનાં કેટલાંક પ્રાણીઓના શેષ સમુદ્રના પાત્રના કેટલાંક ભાગમાં એટલા બધા હોયછે કે તેમનોજ જાડો અને ધણો પ્રસરેલો થર બનેછે. ઉદાહરણ, કાલુ માછલી બહુ ખીચોખીચ ઉત્પન્ન થાયછે; અને તેમની છીપો એવાં ખીજાં પ્રાણીની છીપો જેડે મળી છીપોનું પડ બનેછે. પાસિફિક અને હિંદી મહાસાગરોમાં પરવાળાંનાં જીવડાં દરિયાના પાણીમાંથી સખ્ત ચૂનાવાળું હાડપિંજર બનાવેછે; અને કરોડો જીવડાં એકઠાં ઉત્પન્ન થાયછે તેથી તેમના નક્કર રોકના મોટા ખરાબાં બનેછે. તેઓ કોઈવાર આચ્ચે-લિઆના “ પારિયર રોક ”ની પેઠે સેંકડો ફૂટ જાડા અને હ-

ગુરો મેલ લાંબા હોયછે. આ જીવડાંની વૃદ્ધિને લીધેજ વિસ્મય-કારક પરવાળાંના ગોળ ખડક કે ઘેટ બનેછે (આકૃતિ ૧૮મી). વળી આત્લાંતિક મહાસાગરના તળિયાના ધણા ભાગમાં પા-રીકે કાંપ ઠરેલો હોયછે તે ફારાબિનિક્સરા નામે અતિ સૂક્ષ્મ પ્રાણીઓના શેષનો જગભગ તમામ બનેલો માલૂમ પડેછે.



આકૃતિ ૧૮ મી.—પરવાળાંની વૃદ્ધિ થી બનેલો ટાપુ.

૨૪૮. માટે પ્રાણી તથા વનરપતિના શેષો જોડે મળેલાં રેતી અને માટીનાં મોટાં પડોનો સાગરને તળીએ સદા જમાવ થયાં કરેછે. હવે એ તળિયું સાગરની સપાટીથી જિંચું કરી શકાય તો, (એ રેતી અને કાદવ સૂકાઈને ખડકના જ્ઞેવાં કઠણું બને તે છતાં પણ) તમે ખાતરીથી કહી શકશો કે તેઓ સંમુદ્રને તળિયે કોઈવાર હતાં, કારણ કે તેઓમાં દરિયાઈ પ્રાણીની છીપો અને તેઓના ખીજ શેષ બળેલાં માલૂમ પડશે.

૨૪૯. તમે બૂરતર વિદ્યા સ્ત્રીઓ ત્યારે તમારા જાણુવામાં આવશે કે સંમુદ્રનાં તળિયાં પ્રાચીન કાળમાં ધણીવાર જિંચે આવેલાંછે. તમે જોશો કે ડુંગરા અને ખીણોમાંહેલા ધણા ખડકો પ્રથમ સંમુદ્રની નીચે બંધાયા હતા. જોયી રીતે રેતી અને કાદવ ધસડાઈ હાલમાં સાગરને તળીએ ઠરેછે તેવી રીતે સાગરને તળિયે ઠરેલા કાંપ અને રેતીના તેઓ બનેલાછે. સંમુદ્રકાંઠા પાસેનાજ ખડકોમાં અને તેનાથી આધેના ખડકોમાં પથરાતી ખાણો કે કોતરોમાં, અથવા ડુંગરોની ખાજીએ અને

શિખરોપર પાણુ અસહના વખતના સમુદ્રોમાં રહેનારાં જાત-જાતનાં પ્રાણીઓનાં હાડપિંજર અને કડકા તમને જડશે.

૨૫૦. જે ખાડમાં જમીનપરના ખવાઈ ગયેલા અને ખરી પડેલા ભાગ નિરંતર ધસડાઈ જાયછે તે ખાડ મહાસાગરનું તળિયું હોવાથી સ્પષ્ટ દીસેછે, કે ફેરફાર અથવા પ્રતિરોધ થયા સિવાય એ પ્રમાણે નિરંતર થયાં કરે, તો આખરે તમામ નફર ભૂમિ ખવાઈને ધસડાઈ જઈ સમુદ્રને તળીએ પથરાઈ એક વિશાળ મહાસાગર આપી ધરતીને વીંટલાઈ વળે.

૨૫૧. પરંતુ સૃષ્ટિમાં ખાણું બળ છે, તે બધી કોરી ભૂમિને એમ ડુબી જતી અટકાવેછે. આ પુસ્તકના બાકીના પાઠમાં એ બળ કિયું છે અને તેની કૃતિ કવી છે તેનો વિચાર કરીશું.

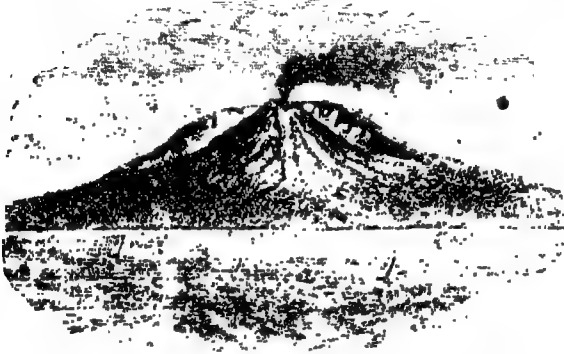
પૃથ્વીની અંદરની ખાજી.

૨૫૨. પૃથ્વીના પૃષ્ઠવિષે તથા તેપર જે બનાવ બનેછે તેવિષે પાછલાં પાનાંમાં તમને શીખવું. હવે પૃથ્વીની અંદર શું છે તેની ઓળ કરીએ.

૨૫૩. પૃથ્વીના બીતરનું મનુષ્યને કાંઈક જ્ઞાન મળે એ પ્રથમ તો આશારહિત દેખાશે. આપણી પૃથ્વી કેવડો મોટો ગોળો છે તેનો વિચાર કરશો તો તમારા જોવામાં આવશે કે તેની સપાટીપર વર્ણ્યે છીએ અને હરીએ ફરીએ છીએ, પરંતુ તેને મુકાબલે આપણે મોટા ડુંગરપર ચાલતી માખીના જેવા માત્ર છીએ. જ્યાંમાં જ્યાં પર્વતના શિખરપરથી છેક જોડી ખાણને તળીએ જે સમ્રાજ્ય જેઈ શકાયછે, તે મુકાબલે નિશાળમાં ચાલતા પૃથ્વીના ગોળાના બહારના ભાગપર ચલાવેલા રોગન કરતાં કંઈ વધારે નથી, તોપણ પૃથ્વીની અંદરના ભાગમાં જે બનાવ બનેછે તેવિષે ઘણું શીખી શકાય. જુદા જુદા દેશોમાં કોઈ કોઈ ઠામ હોયછે તેમાં પૃથ્વીના અંદરના ભાગની અને પૃથ્વીની વચ્ચે સંબંધ જોવામાં આવેછે; અને એવાં સ્થળોમાંથીજ આ વિષયસંબંધી ઘણું જ્ઞાન મળ્યું છે.

૨૫૪. જ્વાળામુખી પર્વત (આકૃતિ ૧૯) વિષે તમે વાંચ્યું હશે. એ પહાડો પૃથ્વીની અંદરના ભાગ જોડે સંબંધ રાખનારા અતિ ઉપયોગી માર્ગો છે.

૨૫૫. જ્વાળામુખી પર્વત કાઢ્યા પહેલાં તમે તેને જોવા જાઓ છો એ જ ધારો. તમે તેની નજીક જઈ પહોંચો છો એટલે શંકુ આકારનો પર્વત તમારી દૃષ્ટિએ પડે છે. તેનું શિખર કપાઈ ગયેલું હોય છે. આ ખંડિત શિખરમાંથી ધોળું વાદળું નીકળે છે. પરંતુ આ દશમાંહેલા હરકોઈ ડુંગરને મથાળે જેવું વાદળું દેખાય તેવું તે વાદળું છેક હોતું નથી. કુમક આસપાસ વાદળાં



આકૃતિ ૧૯ મી.—જ્વાળામુખી પર્વતનો દેખાવ. દક્ષિણેથી જોતાં વિસુવિયસ પર્વતનો હાલનો દેખાવ.

નથી તોએ તે પર્વતના મથાળામાંથી નીકળતું દેખાય છે. નીચલી લીલોતરીવાળી જમીનથી જાંચા ચરોછો ત્યારે કોઈ ઠંકાણે લોઢાની ભટ્ટીના કાળા કાતુડાના પથરના જેવો ઢેકાઢેવાનો પટ છે અને કોઈ ઠંકાણે છૂટા પથરા અને રાખોડી પડી છે. જમ જમ તમે શિખરની નજીક આવતા જાઓ છો તેમ તેમ જમીન તપીને જાની થયેલી લાગે છે, અને વરાળના ઓટા તથા ડુંગળાની નાંખે એવો બાફ કોઈ કોઈ ઠંકાણેથી બહાર નીકળે છે. છેલ્લે તમે મથાળે જઈ પહોંચો છો. તે ઠંકાણે જે પહેલાં સપાટ

શિખર દેખાતું હતું તે ખરેખરો મોટો કુંડ કે ખાડો દેખાયછે; તેની ઊભી ભીંતો તે પર્વતની જાડાઈમાં નીચે ઊતરેછે. જે જિના વાયુઓ તમને ગુંગળાતી નાંખેછે તેઓથી ખચવાને તમારું મોં ઢાંકી તમે તે કુંડને મથાળે જઈ તેની અંદર નીચે નજર કરોછો. છેક નીચે તેના પડખાની રાતી અને પીળી ટેકરીને તળીએ તપીને ધોળા ચળકતા પ્રગ્લહીનું ખાખોચીહું દેખાયછે. ઉપર ચઢવીવેળા પર્વતની ખહારની ખાખુએ જેવો કાળો પથર નેવામાં આવ્યો તેવી કાળી પોપડી એ પ્રવાહના ખાખોચીઆમાં ધણા ભાગપર પાત્રી ગયેલીછે. આ તપેલા પાપાણુરસના ખાખોચીઆમાંથી તપીને લાલ રસની સેરો ઊડેછે, પથરા અને ધૂળ વામાં ઊડી પાછાં પડેછે, અને એજ મૂળમાંથી વરાળના ગોટેગોટ નીકળેછે. તે ઉપર ચઢતાં ધણે છેટેથી પર્વતપર વાદળું ટંગાયલું દેખાતું હતું તે વરાળનું ખનેછે.

૨૫૬. તે પર્વતને મથાળે કંઠાઈ જેવા આ ખાડાને તેનું મુખ કહેછે. તેને તળિયે જિના ખદખદતા ખાખોચીઆ મંદ હેલો અતિ ઉભણુ પ્રવાહી પીગળેલો પથરનો રસ છે તે લાવા છે. અને રાખોડી, ધૂળ, કોયલા, અને પથરા ખહાર ઊડેછે તેઓ ભડાંકા કરતા જે વાયુઓ અને વરાળ નીકળી જાયછે તેના નેરવી મુખના કઠણ થયેલા તળીઆમાંથી અને પડખાપરથી ઊખડીને જાંચા ફેંકાયછે.

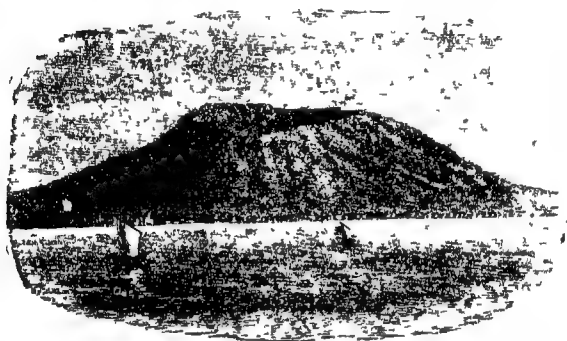
૨૫૭. ઉભણુ વાયુ અને વજ્રળ ઉપરથી તથા મુખને તળીએ રહેલા પીગળેલા રસ ઉપરથી જણાયછે કે અતિશય ઉભણુતાનું કોઈ મૂળ અંદર હોવું જોઈએ. અને સેંકડો અથવા હજારો વરસ થયાં ઉભણુતા ખહાર આવેછે તેથી તે ત્યાં પુષ્કળ હોવી જોઈએ.

૨૫૮. પ્રેતુ જ્યારે જવાળામુખી પર્વત ફાટેછે ત્યારેજ જમીનની અંદરની આ ઉભણુતાનું ખળ રૂપ દેખા દેછે. એક બે દિવસ પહેલાં પર્વતની આસપાસની ધરવી ધ્રુવેછે. છેલ્લે જખરા ભડાકા થઈ તેનો વચલો ભાગ ફાટેછે અને કદાપિ તેનો જખલો ભાગ જાયે વામાં ઊડેછે. વરાળના મોટા ગોટેગોટ જાયે

વામાં થયે છે ને તેમાં ઝીણી રજ અને તપેલા લાલચોળ પથરા ભળેલા હોય છે. ભારે પથગ પર્વતના મુખમાં કે બહારના ઢાળ પર પાછા પડે છે, પરંતુ ખારીક રાખોડી એટલી બધી ઊડે છે કે કોઈવાર ધણા મૈલ દૂરે આકાશ છવાઈ જાય છે અને આસપાસના દેશ પર જાડું આચ્છાદન પથરાઈ રહે છે. લાવાના એટલે તપીને ધોળા થયેલા પીગળેલા રસના વહેળા પર્વતની બહારની ખાત્તીએ નીચે ચાલે છે, અને તેમના માર્ગમાં જે કાંઈ પડેલું હોય છે તે પર વહી અથવા તેને ખાળી લાખી તળેટીએ આવેલાં ઘરોમાં અને ખાગમાં પણ ધૂસે છે. ધણા દિવસ કે અઠવાડીઆંસુધી એ પ્રમાણે રહે છે, અને છેવટે જ્વાળામુખી થાકે છે કે ખાલી થાય છે તેવારે શાંત પડે છે. શાંત હોય છે ત્યારે તેમાંથી જીની વરાળ અને તપેલા વાયુ માત્ર બહાર નીકળ્યાં કરે છે.

૨૫૯. લગભગ ૧૮૦૦ વરસ પર નેપ્લસની પડોસમાં જ્વાળામુખી પર્વતના જેવાં આકારનો એક પહાડ હતો તેનું મોટું મુખ ઝાડીથી ઢંકાયેલું હતું (આકૃતિ ૨૦). તેમાંથી વરાળ, રાખોડી, કે રસ નીકળતો કોઈના દીઠામાં આવ્યો નહોતો, અને યૂરોપના તે ભાગમાં કેટલાક જ્વાળામુખી છે તેવો તેને લોક ધારતા ન હતાં. તેની તળેટીમાં તેમણે ગામડાં અને શહેરો વસાવ્યાં હતાં, અને એ પ્રદેશનાં સૌંદર્ય તથા સારી હવાને લીધે દ્રવ્યવાન રૂમી લોક ત્યાં બંગલા ખાંધતા. પરંતુ આખરે, ભાગ્યે જ ખર. આખ્યા વગર, મોટા ભડાકા થઈ પર્વતનો ઊપલો ભાગ ઊડી ગયો. કેટલાક મૈલ દૂરતા પ્રદેશમાં ઝીણી રાખોડી એટલી બધી પડી કે આકાશમાં મધ્ય રાત્રિના જેટલું અંધારું થયું. દિવસે અને રાત્રિએ આસપાસના પ્રદેશમાં રાખોડી અને પથરાનો વરસાદ વરસ્યાં કીધો; પથરા પડવાથી અથવા ઊડતી ધૂળથી કંધાઈને ધણા રહેવાશીઓ મરી ગયા. પર્વત ફાટતો બંધ પડ્યો ત્યારે જે દેશ જેવાને જૂની દુનિયાના તમામ ભાગમાંથી લોકો આવતા તે દેશ બ્રૂરી ધૂળ અને પથ-

રાત્રી માત્ર રણ દેખાતું હતું. નગરો અને ગામડાં, ખાગખગીયા, અને દ્રાક્ષના માંડવા સર્વે દટાઈ ગયાં હતાં. એ નગરોમાં હડધુલીઅન અને પોમ્પીઆઈ નામે એ વધારે પ્રસિદ્ધ હતાં. તેઓ એટલાં બધાં દટાઈ ગયા કે તે સમે અગત્યનાં છતાં તેઓ ક્યાં હતાં તેના ઠામની પણ સરત ગહી નહિ, અને પંદરસે વરસ વીત્યા કેડે અકરમાત્ જડ્યાં. એ વખતથી તેમને ખોદી ક-



આકૃતિ ૨૦ મી.—પોમ્પીઆઈ શહેરનો નાશ થયા પહેલાંના વિસુવિયસનો દેખાવ.

હાડવાંનું કામ જારી થયુંછે. જ્યાળામુખી પર્વતમાંથી વહેલા રસાદિના કાણુ થઈ ગયેલા ઢાંકણને ખોદીને જૂના શહેરપરથી ખસેડી નાખ્યુંછે, તેથી હવે તમે છાપરાં વગરનાં ઘર, દુકાનો, નાટકશાળા, અને દેવળવાળી પોમ્પીઆઈ નગરીની ફોટીઓમાં ફરી હરી શકો, તથા અરાડસેં વરસપર નગરવાસીઓની ગાડીઓનાં પેડાંથી બાંધેલા રસ્તાપર પડેલા ઊંડા ચીજા જોઈ શકો. હાલ વસ્તીવગરના સાંત શહેરના કોઠની પેલીમેર વિસુવિયસ પર્વત દેખાયછે, તેના મુખમાંથી ધૂમાડો નીકળ્યાં કરેછે, અને પોમ્પીઆઈ શહેર ડૂબી ગયું ત્યારે જે જૂનો પહાડ ઊડી ગયો હતો તેનો અડધો ભાગ એ મુખમાં આવી ગયોછે. (આકૃતિ ૧૯ મી જુઓ).

૨૬૦. માટે જે ખાડા કે ખાકામાંથી પૃથ્વીની અંદરના ઉષ્ણ પદાર્થો પૃથ્વીપર આવેછે તે ખાડાનાં સ્થળ જ્વાળામુખી પર્વતથી પરખાયછે. દુનિયાના સર્વ ભાગમાં જ્વાળામુખી પર્વતો હોયછે. યૂરોપમાં વિસુવિયસ પર્વત પેદા થયો ત્યારથી તે વળી ઓછો જાગરૂત છે, તે સિવાય એટના, સ્ટ્રોમ્બોલિ, અને પીજા નાના જ્વાળામુખી પર્વતો ભૂમધ્યસમુદ્રના પાત્રમાં છે, અને છેક વાયવ્ય કોણમાં આઈસલાંડના ખરફ અને હિમક્ષેત્રમાં કેટલાક જાણીતા જ્વાળામુખી પર્વતો છે. અમેરિકા ખંડની પશ્ચિમ કોરે જે પહોડો છે તેમાં છેક છેડાસૂધી મોટા જ્વાળામુખી પહોડોની હાર છે. એશિયામાં જાવા અને આસપાસના પીજા દ્વીપોમાં તેમનો ધાડો સમુદાય થયેલોછે, અને તેઓ જનપાન અને આયુશિઅન ટાપુમાં થઈ ઉત્તર અમેરિકાના ઉત્તર છેડા લગી ગયેલાછે. જ્વાળામુખી પર્વતો ક્યાં ક્યાં આવેલાછે તે નકશાપર જોશો તો પાસિફિક મહાસાગર તેઓથી તમામ વીંટલાયલો જાણાશે.

૨૬૧. પૃથ્વીની અંદર એટલે તેના પેદામાં આ ખાડીઓ પડેછે તે એટલી બધી છે કે તેપરથી તેમાં અતિશય અગ્નિ ભર્યોછે એવો આપણાથી નિર્ણય કરી શકાય. વળી આ ભીંતરની ઉષ્ણતાની ખીજ સાપ્તીતીઓ પણ છે. ઘણાં દેશોમાં ઊનાં ઝરણ સપાટીપર આવેછે. હરકોઈ જ્વાળામુખી પર્વતથી આપણો દેશ માણો દૂર છે તેમ છતાં લસુંદ્રા, દેવકી ઉનાઈ, વગેરે ઢેકાણે ઊનાં ઝરણ છે, અને તેમજ હાંસાંડની પાસે પણ જ્વાળામુખી નથી તોપણ ખાથ નગરમાંના કૂવાઓનું પાણી ઊનું છે (૧૨૦ ફા. ઉષ્ણતા). એ પણ જાણાયકુંછે કે હરકોઈ દેશમાં જેમ જેમ આપણે પૃથ્વીની અંદર નીચે ઊતરતા જઈએ છીએ તેમ તેમ ઉષ્ણતા વધતી જાયછે. જેમ આણે જાંડી હોયછે તેમ નીચેનાં થર અને હવા વધારે ગરમ હોયછે. એજ પ્રમાણમાં ઉષ્ણતા વધતી જતી હશે તો ધકધકતા લાલ-ચોળ ખડકો નીચે ધણે છટે નહિ હશે.

૨૬૨. પરંતુ પૃથ્વીની ભીતરની ઉજાણતાથી જવાળામુખી પર્વત અને જિનાં ઝરાણુ માત્ર થાયછે એમ ન સમજશો. નુકર ભોય ડોલેછે, ફાટેછે, ઊપસેછે, અથવા નીચે ખેંચી જાયછે. તમે ભૂકંપ વિષે કદાપિ સાંભળ્યું કે વાંચ્યું હશે; એ આચકા ખૂબ જોરમાં આવેછે ત્યારે જમીન ચીરાઈ જાયછે, ઝાડ અને ઘર પડી જાયછે, અને સંકડો કે હજારો માણસ દટાઈ જાયછે. જે દેશોમાં જગતા જવાળામુખી પર્વત હોયછે તે દેશોમાં કે તેમની નજીક ભૂકંપ ઘણીવાર થાયછે. ઘણીકવાર જવાળામુખી ફાટ્યાની તૈયારી હોયછે તેવેળા તેઓ થાયછે.

૨૬૩. જમીનના કેટલાક ભાગ ધીમે ધીમે સમુદ્રની બહાર નીકળી આવેછે; જે જમીન કે ખડકો ભરતીનાં પાણીથી ઢંકાઈ જતા તેઓ પર તે આવતું નથી; અને જે ખડકો અને તળી-આપરથી પાણી કઢી ઊતરી જતું નહિ તેઓ એક પછી એક પાણીની બહાર દેખાવા માંડેછે. તેમ વળી કેટલાક પ્રદેશ ધીમે ધીમે પાણીમાં ડૂબતા જાયછે. જેમ જેમ જમીનપર સમુદ્રનું પાણી ચઢતું જાયછે તેમ તેમ કાંઠાનાં પુરતા, પાળો, અને કિનારાની બીજી જૂની નિશાનીઓ એક પછી એક સમુદ્રમાં ડૂબી જાયછે. એમ જમીનનું ઊંચું ચઢતું કે નીચે ઊતરતું થાયછે તે પણ અંદરની ગરમીને લીધે થાયછે.

૨૬૪. આ ભિન્ન ભિન્ન વિકારોવિષે તમે વિચાર કરશો તો તમારા સમજવામાં આવશે કે એજ ભીતરની ઉજાણતાને લીધે પૃથ્વીના પૃથ્વીની જમીન ટકી રહેલીછે. વરસાદ, ખરફ, નદીઓ, હિમસેત્રો તથા સમુદ્ર ભૂમિના પૃથ્વીને રોજ રોજ ખોલાં કરે અને તેમના કામને રદ કરનારી કોઈ પ્રકારની ક્રિયા ન ચાલતી હોય તો આખરે જમીન અદૃશ્ય થવીજ જોઈએ અને ખરે ઘણા કાળ પહેલાં થઈ હોત. પરંતુ અંદરના તપેલા પદાર્થોની આ બળવાન ગતિઓથી પૃથ્વીના પૃથ્વીના કેટલાક ભાગ ઊંચા થાયછે, અને સમુદ્રોનાં તળીઆંનો કેટલોક ભાગ ઊંચો આવે કોરી જમીન બનેછે.

૨૬૫. પૃથ્વીના ગોળાપર ખર્ષે ઠકાણું એ રીતે. ધણીવાર જમીન જીચી થયેલી છે. ૨૪૯ મી કલમમાં આપણું કહી ગયા છીએ તેમ હાલના ધણીખરા ડુંગરો અને ખીણો પ્રથમ સમુદ્રને તળીએ હતાં અને પછીથી ઉપર આવેલાં છે.

સમાપ્તિ.

૨૬૬. છેવટે પાછલા પાઠોની મુખ્ય બાબતોનો સાર કહીએ.

૨૬૭. આ આપણી પૃથ્વીપર નિરંતર ગતિ અને વિકાર થયાં કરે છે. એને વીટલાયલું વાતાવરણ સદા ગતિમાં છે, અને ઉષ્ણતા, પ્રકાશ, અને વરાળનો પ્રસાર કરે છે. સમુદ્રમાંથી અને જમીનપરના પાણીમાંથી વાતાવરણમાં વગળ નિરંતર જાય છે; ત્યાં તેનાં વાદળાં, વરસાદ, અને ખરફ ખતી તે ફરીને પૃથ્વીપર આવે છે. જમીનના પૃષ્ઠપર સઘળે ઠકાણું આકાશમાંથી જે પાણી પડે છે તે નદીનાળાંમાં થઈ સમુદ્રમાં જાય છે, અને જમીનના ખરી પહેલા પદાર્થોને સાગરમાં ધસડી લઈ જાય છે. એ રીતે વાયુ, જમીન, અને સમુદ્રની વચ્ચે પાણી સદા આવજા કર્યાં કરે છે. સાગરને પણ ભ્રમણિતિ નથી. તેનાં મોજાં જમીનની ફોરને ધીમે ધીમે તોડી પાડે છે અને તેનો પ્રવાહ પૃથ્વીના ગોળાપર ચારેમેર ફોડ્યાં કરે છે. ફોરી જમીનપર ધસડાઈ ગયેલા પદાર્થો તેને તળીએ જઈ બેસે છે અને પછી ત્યાં તેઓના ખડકો બંધાય છે. એના અંતે નવ્ય દ્રવીયો અને ખંડો બને છે. છેલ્લે પૃથ્વીના પેઠામાં ઉષ્ણતાનો બહોળો ભંડાર ભરેલો છે, તે ધરતીને ધૂળવે છે, ફાડે છે, જીએ લાવે છે, કે નીચે બેસાડે છે. જૂની ભૂમિ સમુદ્રમાં ડૂબી જાય છે, અને નવી ઉપર આવે છે, અને તે વનસ્પતિ ઊગવાને, પ્રાણીઓને રહેવાને અને આપણ માણસને વસવાલાયક બને છે.

૨૬૮. આ પૃથ્વી કોઈ છોડ કે પ્રાણીની પેઠે સંજીવન નથી, તોપણ તેને એક અર્થે જીવતી કહી શકાય. વાયુનું અને પાણીનું ભ્રમણ, સમુદ્ર અને ભૂમિની અદલાબદલી; ટૂંકામાં અનંત અને નિરંતર ગતિના જે ક્રમવડે પૃથ્વીનું પૃથ્થ દિવસે દિવસે વિકાર પામે છે અને નવું થાય છે તે ક્રમને પૃથ્વીનું જીવન કહી શકાય.

